



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

Militær presisjon i posisjon

– En undersøkelse av ulike peilesøyler –

av

Jensen, Stian

Olsen, Espen Elvestad

Levert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I NAUTIKK

Innlevert: mai 2018

Godkjent for offentlig publisering

Antall ord: 12 516

Publiseringsavtale

En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadetten(ene) har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys Brage når kadetten(ene) har godkjent publisering.

Oppgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

| | | |
|---|---|--|
| Vi gir herved Sjøkrigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader | <input checked="" type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nei |
| Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut) | <input type="checkbox"/> Ja | <input checked="" type="checkbox"/> Nei |
| Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper? | <input checked="" type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nei |

Plagiaterklæring

Vi erklærer herved at oppgaven er mitt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning.

Vi har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Vi er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

Dato: 28-05-2018

Jensen, Stian

Kadett navn

Kadett, signatur

Olsen, Espen Elvestad

Kadett navn

Kadett, signatur

Forord

Gjennom 3 år med praktisk navigasjon og mye øving med å drive konvensjonell navigasjon med moderne teknologi, nærmer vår utdanning ved Sjøkrigsskolen seg en slutt. Posisjonering under øvelsene har ofte skjedd uten bruk av GPS-signaler, isteden har vi blant annet anvendt en peilesøyle knyttet opp mot fartøyets gyro til å ta posisjoner. Posisjonene har blitt kontrollert opp mot GPS og avvikene har variert fra null til flere hundre meter. Motivasjonen og interessen var derfor sterk da valg av oppgave skulle gjøres med et håp om å finne en peilesøyle som kan erstatte dagens løsning og redusere dette avviket. Oppgaven og forsøket ble skrevet og gjennomført våren 2018 ved Sjøkrigsskolen i Bergen. Denne oppgaven er rettet mot Sjøforsvaret og de peilesøylene som fartøyene benytter den dag i dag.

Vi ønsker å rette vår takknemmelighet til vår veileder, KK Steinar Nyhamn ved NAVKOMP, for viktig støtte og kritiske innspill til oppgaven. Det rettes også en stor takk til personellet ved simulatoranlegget ved SKSK for hjelp og støtte under vårt forsøk. Til slutt takker vi også kadettene i OM-3 for deres deltagelse i forsøket.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 28-05-2018

(Signatur)

Stian Jensen

Espen Elvestad Olsen

Sammendrag (med konklusjoner)

Sjøforsvarets fartøyer benytter seg av GPS og andre sensorer for å opprettholde sin posisjon i det elektroniske sjøkartet. Denne posisjoneringen fungerer meget bra i fredstid, men i en krigssituasjon må man anta at fienden vil hindre oss benyttelsen av disse GPS signalene. Derfor er marinens fartøyer avhengig av å kunne skaffe seg en posisjon uten å ha signaler fra GPS. En av metodene fartøyene kan gjøre dette på er ved benyttelse av en peilesøyle for å utføre en posisjon med 2 eller 3 peilinger. Vår oppgave tar for seg Sjøforsvarets 2 ulike peilesøyler og hvilken av disse som kan tilby et best mulig resultat. Derfor ble vår problemstilling:

Hvilken av peilesøylene vil gi best målinger ved posisjonering?

For å besvare denne problemstillingen gjennomførte vi et forsøk i kontrollerte omgivelser i simulatoranlegget på Sjøkrigsskolen. Formålet med forsøket var å teste peilesøylen fra Brudeseth og Scandinavian Micro Systems i samme scenario hvor tilstandene var slik at man kun testet peilesøylens målinger. Det ble benyttet 18 kandidater fra OM-3 som hadde samme erfaring og en mest mulig lik tilnærming til peilesøylen i forhold til marinens navigatører. Disse kandidatene gjennomførte forsøket som inneholdt å utføre 3 ulike posisjoner med begge peilesøylene. Resultatene som var relevante fra denne gjennomføringen var avvik i meter fra den absolutte posisjonen. Den viste i samtlige posisjoner at SMS sin peilesøyle hadde bedre målinger med et mindre avvik. Dette på tross av at kandidatene hadde større erfaring med peilesøylen fra Brudeseth.

Vårt forsøk gir en klar indikasjon på at SMS sin peilesøyle tilbyr et mindre avvik ved bruk i en posisjon med 2 eller 3 peilinger. Forsøket var imidlertid under svært kontrollerte omgivelser i simulatoren, som igjen medførte at vi ikke fikk med påvirkninger som peilesøylene vanligvis opplever til sjøs. Det var også kun 18 kandidater som gjennomførte forsøket noe som er for få til å trekke en endelig konklusjon om emnet. Vi vil derfor anbefale å gjennomføre flere tilsvarende forsøk med marinens fartøy og deres personell som kan danne grunnlaget for en sterkere konklusjon.

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| Figurer..... | 1 |
| Tabeller/Diagrammer | 2 |
| Nomenklatur / Forkortelser / Symboler | 3 |
| 1 Innledning / Introduksjon | 4 |
| 1.1 Bakgrunn..... | 4 |
| 1.2 Problemstilling | 4 |
| 1.3 Begrensninger | 5 |
| 1.4 Hypoteser | 5 |
| 1.4.1 Hypotese 1 | 6 |
| 1.4.2 Hypotese 2 | 6 |
| 1.4.3 Hypotese 3 | 6 |
| 2 Teoretisk grunnlag..... | 7 |
| 2.1 Stedlinjer og posisjonering | 7 |
| 2.2 Optical Bearing Device | 8 |
| 2.2.1 Brudeseth oppbygning og virkemåte | 8 |
| 2.2.2 SMS oppbygning og virkemåte | 9 |
| 3 Metode..... | 11 |
| 3.1 Begrunnelse for valg av metode..... | 11 |
| 3.2 Eksperimentet | 13 |
| 3.2.1 Utførelsen..... | 13 |
| 3.2.2 Forsøkets validitet og relabilitet..... | 15 |
| 4 Resultater og analyse | 18 |
| 4.1 Posisjon 1 | 19 |
| 4.2 Posisjon 2 | 22 |
| 4.3 Posisjon 3 | 25 |
| 4.4 Sammenslåtte målinger og verdier..... | 29 |
| 5 Drøfting..... | 30 |
| 5.1 Hypotesene..... | 30 |
| 5.1.1 Hypotese 1 | 30 |
| 5.1.2 Hypotese 2 | 32 |
| 5.1.3 Hypotese 3 | 33 |
| 5.2 Tidsbruk i forhold til avvik fra absoluttposisjonen | 34 |
| 5.2.1 Posisjon 2 | 34 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2.2 | Posisjon 3 | 35 |
| 5.3 | Var det forskjell på peilesøylene i stor eller liten avstand til objektene? | 36 |
| 5.4 | Hva kan gjøre at det var så stor forskjell i avviket på de to peilesøylene? | 37 |
| 6 | Konklusjon..... | 40 |
| 7 | Kommentarer fra kandidatene og utvikling videre i marinen | 41 |
| 7.1 | Kommentarer fra kandidatene..... | 41 |
| 7.1.1 | Fininnstilling på SMS OBD..... | 41 |
| 7.1.2 | Rødblink og rødpunktsikte..... | 41 |
| 7.1.3 | SMS konstruksjon og siktemiddel | 42 |
| 7.1.4 | Tykke streker på Brudeseth..... | 42 |
| 7.1.5 | Raskere med SMS å finne objekt på ny | 42 |
| 7.1.6 | Avtrykker knapp for å skyte posisjon med SMS og Brudeseth | 42 |
| 7.1.7 | Fininnstille ved siktemiddel til SMS og Brudeseth | 43 |
| 7.1.8 | Siktemiddelet når objektet beveger seg hurtig i forhold til fartøyet | 43 |
| 7.1.9 | Vanskelig å skille linjene på Brudeseth ved mørk bakgrunn..... | 43 |
| 7.2 | Utvikling videre i marinen | 44 |
| 8 | Bibliografi | 45 |
| 9 | Vedlegg..... | 46 |
| 9.1 | Vedlegg 1: Infoskriv til forsøksobjektene..... | 46 |
| 9.2 | Vedlegg 2: Resultater fra simulator | 48 |

Figurer

| | |
|--|----|
| Figur 1: Prinsipp for krysspeiling..... | 7 |
| Figur 2: Brudeseth OBD | 8 |
| Figur 3: SMS OBD..... | 9 |
| Figur 4: Bro bravo..... | 13 |
| Figur 5: Bro golf..... | 14 |
| Figur 6: Utsnitt av ECDIS 1. posisjon bro B..... | 20 |
| Figur 7: Utsnitt av ECDIS 1. posisjon bro G. | 21 |
| Figur 8: Utsnitt av ECDIS 2. posisjon bro B..... | 23 |
| Figur 9: Utsnitt av ECDIS 2. posisjon bro G. | 24 |
| Figur 10: Utsnitt av ECDIS 3. posisjon bro B..... | 27 |
| Figur 11: Utsnitt av ECDIS 3. posisjon bro G. | 28 |

Tabeller/Diagrammer

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabell 1: Tekniske detaljer Brudeseth (Åstvedt, 2007).....</i> | <i>9</i> |
| <i>Tabell 2: Tekniske detaljer SMS (Scandinavian Micro Systems, 2015).....</i> | <i>10</i> |
| <i>Tabell 3: Målinger fra første posisjon på bro B.</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabell 4: Målinger fra første posisjon på bro G.</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabell 5: Målinger fra andre posisjon på bro B.</i> | <i>22</i> |
| <i>Tabell 6: Målinger fra andre posisjon på bro G.</i> | <i>22</i> |
| <i>Tabell 7: Målinger fra tredje posisjon på bro B.</i> | <i>25</i> |
| <i>Tabell 8: Målinger fra tredje posisjon på bro G.</i> | <i>25</i> |
| <i>Tabell 9: Samlet oversikt over de forskjellige posisjonene.</i> | <i>29</i> |
| <i>Tabell 10: Samlet oversikt over tid.....</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabell 11: De 2 raskeste og tregeste 2. posisjon bro B.....</i> | <i>34</i> |
| <i>Tabell 12: De 2 raskeste og tregeste 2. posisjon bro G.</i> | <i>35</i> |
| <i>Tabell 13: De 2 raskeste og tregeste 3. posisjon bro B.....</i> | <i>35</i> |
| <i>Tabell 14: De 2 raskeste og tregeste 3. posisjon bro G.</i> | <i>35</i> |

Nomenklatur / Forkortelser / Symboler

AIS – Automatic Identification System

Bro B – Bro Bravo

Bro G – Bro Golf

EBL – Electronic Bearing Line

ECDIS – Electronic Chart Display and Information System

GNSS – Global Navigation Satellite System

GPS– Global Positioning System

NAVKOMP – Sjøforsvarets Navigasjon- og Kompetansesenter

OBD – Optical Bearing Device

SKSK – Sjøkrigsskolen

SMS – Scandinavian Micro Systems

VRM– Variable Range Marker

1 Innledning / Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Navigatørens hovedoppgave er å sørge for at skipet til enhver tid navigerer sikkert fra avreisepunktet til ankomstpunktet. Underveis stilles det derfor et krav om at navigatøren alltid kjenner sin posisjon og loggfører denne i sjøkartet, også kjent som bestikkregning. Metodikken som blir brukt har ikke endret seg nevneverdig gjennom historien, men med introduksjonen av hjelpemidler som elektromagnetisk logg, Global Navigation Satellite System (GNSS) og gyrokompass opplever vi en presisjon som våre forfedre bare kunne drømt om. GNSS har spesielt bidratt til denne utviklingen, men faren ved bruk av et slikt system er feil knyttet til signalforstyrrelser som igjen kan resultere med feil i posisjonen. For å understøtte GNSS benytter navigatøren samme prinsippene som våre forfedre gjorde når de navigerte, men nå med mer nøyaktige verktøy. Posisjonering ved hjelp av to eller flere stedlinjer, også kjent som en krysspeiling, er en av de mest brukte posisjonsmetodene både på land og vann. For å utføre en slik posisjonering benytter fartøyene i Sjøforsvaret en Optical Bearing Device (OBD), eller en peilesøyle på norsk. Peilesøylen får informasjon fra skipets gyrokompass som gjør det mulig å sette peilingene rett ut i et sjøkart. Hvor nøyaktig posisjonen blir avhenger av nøyaktigheten i målingene navigatøren tar. Det er nøyaktigheten ved peilesøylen under en krysspeiling denne oppgaven har til hensikt å utforske.

1.2 Problemstilling

Ved krig eller en krise kan det forventes at signalene fra GNSS vil bli jammet¹ eller spoofet² i et forsøk på å hindre motstanderen fra å drive sikker og effektiv navigering. Navigatøren om bord må derfor stole på de interne systemene for å vedlikeholde en god posisjon i sjøkartet. Desto mer nøyaktig systemene er, desto bedre kan navigatøren navigere, spesielt i trange

¹ Jamming: Utsendelse av radiosignaler i den hensikt å avbryte eller blokkere signalene fra en annen basestasjon (Store Norske Leksikon, 2018).

² Spoofing: Utsendelse av radiosignaler som ligner signalene fra GNSS, men endret på en slik måte at mottageren oppgir feil posisjon til brukeren (Wikipedia, 2018).

farvann med mange skjulte farer. Per dags dato finnes det to ulike typer peilesøyler om bord på Sjøforsvarets fartøyer som har ulik tilnærming til håndtering og siktemiddel. Disse er produsert av firmaene Åstvedt³ og Scandinavian Micro Systems (SMS). Det denne oppgaven vil avdekke er om det finnes forskjeller mellom peilesøylene når det kommer til nøyaktigheten i målingene på korte og lange avstander, og i åpne og trange farvann. I denne sammenhengen er det også aktuelt å måle tidsforbruket på hver posisjon i den hensikt å kunne si noe om forholdet mellom tidsforbruk og nøyaktighet. Oppgaven vil derfor forsøke å belyse problemstillingen:

Hvilken av peilesøylene vil gi best målinger ved posisjonering?

1.3 Begrensninger

For å kunne gjennomføre et forsøk som best mulig svarer på problemstillingen har det vært nødvendig å begrense kompleksiteten under en posisjonering. Måten dette har blitt oppnådd på er gjennom bruk av simulatoranlegget ved Sjøkrigsskolen (SKSK). Begrensningene er gjort med hensyn til mengden personell involvert, påvirkning fra skipstrafikk og meteorologiske forhold, økonomien vedrørende driften av et fartøy til sjøs og eliminering av variasjoner knyttet til ytelsen på skipets sensorer. Tidsaspektet rundt oppgaven og tilgjengelig tid ut over skolens undervisning er også en faktor som har begrenset antall kandidater og målinger i forsøket ned til det som kan ansees som tilstrekkelig for å besvare problemstillingen. Dette, med mer vil bli videre drøftet i metodekapittelet.

1.4 Hypoteser

I forkant av forsøket satt vi med utallige tanker om hva målingene ville vise og hvorfor. Disse tankene samlet vi sammen til 3 hypoteser. Formålet til hypotesene har vært å sammenligne våre tanker i forkant av forsøket med de resultatene vi satt igjen med. De har også blitt brukt i

³ Peilesøylen fra Åstvedt går under navnet «Brudeseth».

drøftingen for å svare utfyllende på problemstillingen. Disse hypotesene ble aldri nevnt eller på noen som helst måte brukt for å påvirke kandidatene.

1.4.1 Hypotese 1

SMS-OBD gir bedre målinger da siktemiddelet er mindre og mer presist enn to streker overrett. Dette fordi man kun setter prikken over objektet og slipper å følge med at strekene hele tiden er overrett og ikke glir ut.

1.4.2 Hypotese 2

SMS-OBD gir raskere posisjon ved bruk av posisjon med to eller tre peilinger. Dette fordi man kan lese av målingene på skjermen til SMS-OBD'n og trenger derfor ikke gå bort til Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) for å sjekke dette ut.

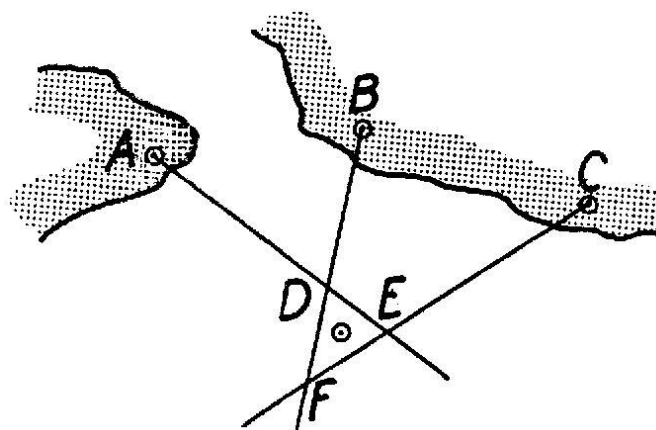
1.4.3 Hypotese 3

Kandidatene er raskere med brudeseth OBD på grunn av mer erfaring og bruk med denne peilesøylen.

2 Teoretisk grunnlag

2.1 Stedlinjer og posisjonering

For å få en posisjon er navigatøren avhengig av å ta ut stedlinjer som kan komme fra en peiling med et kompass eller en avstandsmåling i radar til et objekt. Objektet som peiles kan være en lykt eller et geografisk gjenkjennbart objekt, for eksempel et skjær. Kjærstad definerer en stedlinje som «den geometriske linjen hvor skipet ut fra en posisjon antar å befinne seg på» (Kjærstad, 2010, pp. 3-31). Denne oppgaven tar kun for seg stedlinjer gjennom *rettvisende peilinger*. En rettvisende peiling defineres som vinkelen mellom siktelinjen til et objekt og meridianen gjennom objektet (Kjærstad, 2010). Ved å snu stedlinjen 180° og plassere denne ut fra objektet som peiles vil navigatøren befinne seg en plass langs denne linjen. Når to eller flere stedlinjer kombineres vil skjæringspunktet mellom disse linjene danne en observert posisjon. Dette prinsippet er kjent som en *krysspeiling* og benyttes oftest med to eller tre stedlinjer.



Figur 1: Prinsipp for krysspeiling.

Andre definisjoner som også er viktig å inkludere under stedlinjer og posisjonering er *geometri*, *presisjon*, *absolutt posisjon* og *direkte feil*. Mye av informasjonen er hentet fra Kjærstad med egne forenklinger og sammendrag. Med geometri mener vi vinkelen mellom peilingene. Ved 2 peilinger bør vinkelen mellom objektene som peiles være så nært som mulig 90° , men aldri mindre enn 30° (Kjærstad, 2010, pp. 3-33). Ved 3 peilinger vil det være optimalt med en innbyrdes vinkel på 120° mellom stedlinjene. Presisjon i denne sammenheng defineres som avstanden i antall meter fra absolutt posisjon. Absolutt posisjon er skipets faktiske posisjon i forhold til jordens gradnett oppgitt i bredde- og lengdegrader, datumet⁴ som benyttes er «World Geodetic System 84» (WGS-84). Under direkte feil finner vi underkategoriene operatørfeil og systematiske feil. Operatørfeil knyttes gjerne til gjennomføringen av en peiling, som for

⁴ Datum er et referansepunkt for landmåling. Dette danner grunnlaget for koordinater med bredde- og lengdegrad.

eksempel feil avlesning av peilingen eller siktemiddelet bommer på objektet som følge av dårlig prosedyre. Systematiske feil knyttes mot ytelsen på skipssystemene, dette kan være gyrofeil som forårsaker en skjevhet i hver peiling (Kjærstad, 2010, pp. 3-52).

2.2 Optical Bearing Device

På marinens fartøyer er det montert en OBD som benyttes i forbindelse med å ta ut peilinger til objekter eller finne relativ vinkel til andre fartøyer. I denne oppgaven brukes OBD og peilesøyle om hverandre, men den kan også gå under benevnelsen *ePelorus* i andre lærebøker. Virkemåten til en peilesøyle er at den er koblet opp mot skipets gyro og ECDIS. Peilesøylen mottar signaler fra gyroen, når dens posisjon i skipet er kjent vil en datamaskin kunne regne dette om til rettvise og relativ peiling. Signalet kan også sendes til en ECDIS der det er mulig å vise peilelinjen i sjøkartet. Ved å trykke på en knapp på peilesøylen samtidig som navigatøren sikter på et objekt vil rettvise eller relativ peiling til objektet kunne leses av. Bruken av en OBD til å ta peilinger fungerer dermed som et moderne hjelpemiddel navigatøren kan drive klassisk navigasjon med.

2.2.1 Brudeseth oppbygning og virkemåte

Brudeseth modellen er oppbygd med to glassplater som har en loddrett strek som går langs midten av hver glassplate. Disse glassplatene har rødt lys som lyser opp streken for bruk til nattseilas, og denne kan justeres i lysstyrke. Peilingene gjøres ved at de loddrette strekene skal gå overrett på objektet man peiler for å få riktig peiling. Man har mulighet til å trykke på en knapp for å overføre peiling til ECDIS slik at denne lettere kan leses av til bruk av posisjonering med krysspeiling. Peilesøylen er utstyrt med et display hvor man kan lese av rettvise peiling og man har mulighet til å lese av relativ peiling ovenfor glassene på en metallring.



Figur 2: Brudeseth OBD

Hva gjelder funksjoner så begrenser denne seg kun til å ta ut rettvise og relative peilinger. Under ser vi en tabell for tekniske spesifikasjoner for denne peilesøylen.

Tabell 1: Tekniske detaljer Brudeseth (Åstvedt, 2007)

| Hva | Beskrivelse/verdi |
|---------------------|-------------------------------|
| Peilenøyaktighet | +/- 0.044° |
| Visningsnøyaktighet | 0.1° |
| Maks målevinkel | 137,5° |
| Elevasjon | Nei |
| Siktemiddel | Overrett strek to glassplater |
| Sensor-input | GYRO kompass |
| Sensor-output | ECDIS |

2.2.2 SMS oppbygning og virkemåte

Denne modellen fra SMS er modell *SR02-01 MK5*. Modellen er bygd opp rundt et rødpunktsikte av typen aimpoint⁵ som er laget både til dag- og nattseilas. Lysstyrken på rødpunktet kan justeres i åtte ulike nivåer slik at navigatøren kan avpasse intensiteten på rødpunktet til det tilgjengelige lyset. På denne modellen er det mulig å elevere rødpunktsiktet 30° opp og 15° ned. Elevasjonen gjør at navigatøren kan treffe objektet som en peiler, til tross for at skipet ikke er i vater. Peilingene gjøres ved at man kikker inn i rødpunktsiktet, setter rødpunktet på objektet og trykker på en knapp (bearing fix trigger button). Informasjon om



Figur 3: SMS OBD.

⁵ Firma som produserer siktemiddel med et lysende rødpunkt.

peilingen kan man sjekke både på peilesøylens skjerm eller i ECDIS, siste 20 peilinger vil lagres internt på skjermen. Den lille skjermen vil også motta informasjon fra GNSS, Automatisk Identifikasjonssystem (AIS), fartslogg og gyro som presenteres for navigatøren.

Funksjoner på denne peilesøylen inkluderer rettvise og relative peilinger, men det er også en mulighet å peile andre fartøy og få opp AIS-informasjon om deres i skjermen. Under er tabell med tekniske spesifikasjoner for denne peilesøylen:

Tabell 2: Tekniske detaljer SMS (Scandinavian Micro Systems, 2015)

| Hva | Beskrivelse/verdi |
|---------------------|------------------------------------|
| Peilenøyaktighet | +/- 0.1° |
| Visningsnøyaktighet | 0.1° |
| Maks målevinkel | 360 |
| Elevasjon | 30° opp og 15° ned |
| Siktemiddel | Rødpunktsikte |
| Sensor-input | Gyro, GPS, AIS mottaker, fartslogg |
| Sensor-output | ECDIS |

3 Metode

Problemstillingen i denne oppgaven har til hensikt å avdekke om det er en forskjell mellom peilesøylene med tanke på presisjon. De dataene som må ligge til grunn før en konklusjon kan trekkes må derfor være kvantifiserbare, altså kunne måles og sammenlignes. For å kunne oppnå dette må det være en tilstrekkelig mengde med data gitt av hvor mange målinger som gjennomføres. Forsøket i denne oppgaven tar utgangspunkt i et kvantitativt ekstensivt design. Her er målet å kunne danne et statistisk grunnlag som vi kan trekke konklusjoner fra, og som åpner opp for muligheten til å generalisere fra utvalg til en populasjon (Jacobsen, 2005, p. 96), i dette tilfellet fra simulator til Sjøforsvarets fartøyer.

3.1 Begrunnelse for valg av metode

Etter å ha konkretisert problemstillingen ned til noe som er målbart ble det klart hvilke faktorer som måtte ligge til grunn for å få de nødvendige dataene for å drøfte og besvare problemstillingen; nøyaktighet, repeterbarhet, utvalget og deres ferdighetsnivå. De første planene gikk ut på å presentere oppgaven for seilende personell i Sjøforsvaret og benytte disse til å hente inn nødvendige data. Den første problemstillingen vi ville møte med en slik tilnærming var repeterbarheten i hver måling som ble gjort ute på sjøen. Her kunne bevegelser skapt av bølger, avdrift og manøvrering, samt endring i sikt som følge av nedbør eller tåke, gjort at hver måling ble gjort under varierende forhold. Den andre problemstillingen vi også ville møte med en slik tilnærming var selve utvalget. For å få gjort målingene ville dette bety at dataene måtte komme fra ulike fartøy (pga. ulike peilesøylar), der personellet om bord kan ha ulikt ferdighetsnivå basert på deres fartstid og erfaring med systemene om bord. Selv om realismen ville vært ivaretatt ved en slik tilnærming, ville datagrunnlaget inneholde for store variasjoner til at problemstillingen kunne drøftes.

En annen fremgangsmåte som også ble vurdert var en rent matematisk tilnærming. Fordi peilesøylene har ulik utforming med et regulerbart rødpunktsikte mot to glassplater med to streker som går overrett, vil størrelsen på siktemiddelet på en gitt avstand være større enn objektet som peiles. Ved å regne ut det mulige avviket som øker proporsjonalt med avstanden til objektet som peiles vil man kunne si noe om hvor nøyaktig hver måling er. Denne metoden

ble også valgt bort med bakgrunn i at det er mennesker som benytter peilesøylen til å ta posisjoner, og uten dem ville vi ikke kunne sagt noe om målingene ved praktisk bruk.

Dette fører oss tilbake til faktorene nøyaktighet, repeterbarhet, utvalget og deres ferdighetsnivå. Disse faktorene ble ansett som nødvendige før vi kunne fortsette med forsøket og oppgaven. Valget endte til slutt på et eksperiment i simulatoranlegget ved Sjøkrigsskolen der begge peilesøylene var montert. Ved å gjennomføre et forsøk der ville vi kunne kontrollere at systemet var kalibrert korrekt og dermed eliminere eventuelle feilkilder knyttet til ytelsen på peilesøylene. Simulatoren forenklet også hvordan vi foretok utvalget til forsøket. Ved å benytte 3. årskadetter i klassen Operativ Marine sikret man et tilnærmet likt ferdighetsnivå hos alle deltagerne i forsøket. Sist, og ikke minst, så var det muligheten til å gjenskape de samme meteorologiske forholdene under hver måling som gjorde simulatoren til det naturlige valget for forsøket. Dette, til tross for at det ville til en viss grad gå ut over realiteten i målingene da omgivelsene er virtuelle, ikke virkelige.

3.2 Eksperimentet

3.2.1 Utførelsen

For å gjennomføre forsøket ble broene Bravo (B) og Golf (G) valgt ut som de best egnede broene. Simulatoranlegget har totalt syv broer å velge mellom, men for å benytte peilesøylen fra SMS måtte deler av forsøket gjennomføres på bro G da dette er den eneste broen som har denne montert. I valget mellom broene A-E (unntatt bro D pga. annen utforming) ble bro B valgt på bakgrunn av likhet mellom bildeprosjiseringen fra alle prosjektørene og passende dreiemotstand i peilesøylen.



Figur 4: **Bro bravo.**

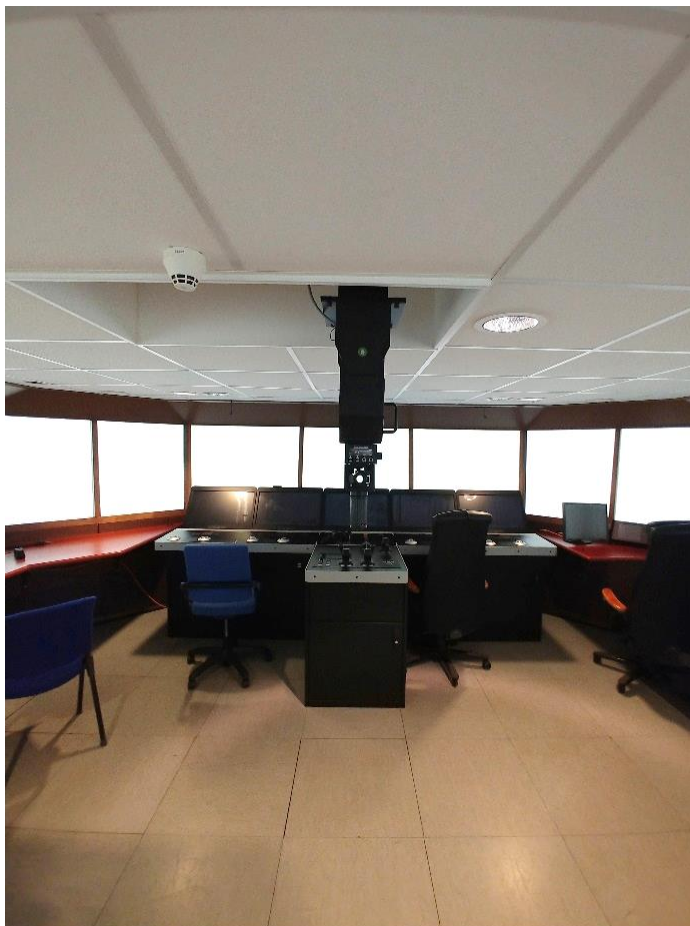
Scenarioet i eksperimentet tok plass øst i Sognesjøen, like sør for, og i innløpet til Krakhellesundet (Vedlegg 9.1). Området

egnet seg godt på grunn av den relative vinkelen fartøyet ville få til objektene som skulle peiles, korrekt og godt kartgrunnlag samt dette kuttet ned tiden forsøkspersonene ville bruke mellom hver posisjon. Et fartøy av typen «Freemantle⁶» ble satt ut i området. Farten på fartøyet ble regulert automatisk av datamaskinen og skipet fulgte kurslinjen ved å benytte «track-styring⁷». For å gjøre objektene synlige ble lysstyrken i scenarioet redusert til «nautisk tussmørke». Ved denne lysstyrken vil blinker og lykter lyse, samtidig som det er mulig å se silhuetten til objektene over horisonten. Meteorologiske forhold som vind, bølger og strøm ble satt til 0 slik at disse ikke skulle påvirke målingene.

⁶ Skipsmodell i simulatoren ved SKSK.

⁷ Skipet følger en forhåndsplanlagt rute ved hjelp av autopilot og signal fra GNSS.

For å få et tilstrekkelig antall målinger ble klassen delt i to. Før hvert forsøk ble forsøksobjektene bedt om å møte 10 minutter før gjennomføringen, dette var for å gi de en viss tilpasning til mørket. Under ventetiden ble de gitt et ark med et scenario, instruksjoner og et oversiktsbilde som viste området og plasseringen til objektene som skulle peiles (Vedlegg 9.1). Hvert forsøksobjekt gjennomførte forsøket på begge broene, gruppe 1 gjennomførte i rekkefølgen B → G, gruppe 2 i rekkefølgen G → B. Rekkefølgen på posisjonene var posisjon 3 stedlinjer på lang avstand, posisjon 2 stedlinjer forut og tvers, og posisjon 3 stedlinjer på kort avstand.



Figur 5: **Bro golf.**

Under forsøkene ble alle målingene plottet ut i ECDIS som ga en posisjon. Hver måling, posisjon, posisjonens avstand i meter fra kurslinjen og tid brukt fra første til siste peiling ble notert ned på et eget excel-ark (Vedlegg 9.2). Ved praktisk bruk rundes hver måling opp eller ned til nærmeste hele tall, f.eks. 157°. I forsøket ble målinger med komma 4,5 og 6 brukt, mens resterende tall ble rundet opp eller ned. Samlet tid hvert forsøksobjekt brukte på forsøket var 40 minutter, herunder 10 minutter forberedelse og 2 gjennomføringer på 15 minutter. Scenarioet i simulatoren ble resatt mellom hvert forsøk og fartøyet ble flyttet tilbake til samme startposisjon. I ventetiden mellom posisjonene ble det åpnet opp for at forsøksobjektene kunne gi sin mening om de ulike peilesøylene, dette kommer oppgaven tilbake til senere i delen «konklusjon og videre arbeid».

3.2.2 Forsøkets validitet og reliabilitet

For å forsøke å si noe om forsøkets validitet, altså til hvilken grad resultatene fra forsøket kan trekkes slutninger fra, vil vi her redegjøre for faktorer som kan påvirke målingene. Her vil det også være viktig å skille mellom *ytre* og *indre* validitet. Den ytre validiteten vil rette seg mot en generalisering av resultatene, altså om resultatene fra forsøket også vil gjelde for praktisk bruk ute på fartøyene. Den indre validiteten retter seg mot forsøket i seg selv og hvilke faktorer som kan påvirke resultatene.

Den første avveiningen for forsøkets del kom i valget mellom å gjennomføre forsøket ute på et fartøy eller å gjennomføre det inne i en simulator. Denne avveiningen var særdeles viktig fordi den skilte mellom virkeligheten og det virtuelle. Med andre ord så ville resultatene fra forsøket ta utgangspunkt i noe som ikke var ekte, men gjenskapt etter virkeligheten. Hvor godt den virtuelle verdenen som simulatoren skapte i forhold til sjøkartet og den virkelige verden blir derfor en trussel mot forsøkets ytre validitet. I planleggingen ble det derfor lagt stor vekt på å velge et område i simulatoren som var best mulig gjenskapt etter sjøkartet og virkeligheten for å redusere denne trusselen. Et annet aspekt som også er viktig å trekke frem i denne sammenhengen er peilesøylens funksjon og håndtering. Selv om forsøket ble gjennomført i virtuelle omgivelser vil peilesøylene brukes likt uavhengig hvor de står plassert. At simulatoren kan ha hatt en innvirkning på peilesøylen virker derfor lite sannsynlig, og at dette er med på å styrke den ytre validiteten.

Bruken av simulatoren gjorde det mulig å kontrollere meteorologiske forhold som bølger, vind og siktforhold, sørge for at det ikke eksisterte en gyrofeil samt muligheten for å kontrollere at parameterne og ytelsen på systemet var korrekt. Dette var med på å styrke reliabiliteten i hver måling fordi de gjordes under like omstendigheter, men kan samtidig ha vært med på å svekke den ytre validiteten da vi ikke kan med sikkerhet si hvilken innvirkning disse ville hatt. Et annet aspekt ved simulatoren som også er viktig å trekke frem er dybden i det virtuelle bildet. Normalt vil mennesker kunne bedømme avstanden til et objekt gjennom dybdesynet, men det virtuelle bildet på simulatoren er i 2D og gjorde derfor en avstandsbedømmelse vanskelig. Om mangel på dybdesyn kan ha påvirket hvordan øyet oppfattet objektene er vanskelig å si noe om, dette må derfor vurderes som en svakhet mot den ytre validiteten.

Utvalget til forsøket var kadetter fra 3. klasse Operativ Marine ved Sjøkrigsskolen. Her var det også en avveining mellom kompetansenivå og erfaring med de ulike peilesøylene. Samtlige av kadettene har gjennomført en lik utdanning og har gjennomført samme obligatoriske opplæring. Kadettene er på sitt siste trinn, det var derfor rimelig å anta at deres prosedyrer og nøyaktighet var på nivå med personell som arbeider ute i marinen og ville derfor være representativt for en større gruppe. Ulempen med å ha benyttet kadettene var at de er vant med å bruke peilesøylen fra *Brudeseth* fremfor *SMS*, noe som kan ha medført at kadettene presterte bedre med *Brudeseth*. På grunn av den like metodikken for å utføre en måling, tror vi at dette ikke kan ha påvirket resultatene som kan tale for en styrket ytre validitet. Antall kadetter i forsøket var begrenset til 18, og sammen med tiden som var tilgjengelig begrenser dette mengden av resultater fra forsøket. Totalt sett har det blitt hentet 54 posisjoner og 144 peilinger fra hver av peilesøylene. Satt i perspektiv med et fartøy som tar 4 posisjoner hver time, vil det ha tatt totalt 96 posisjoner i løpet av et døgn. I det store bildet er forsøket derfor veldig lite og dette vil tale mot den ytre validiteten.

Cook og Campbell nevner i sin bok flere trusler mot indre validitet. En av disse er «maturation», på norsk *modning*. Modning kan komme av flere faktorer, i dette forsøket er det spesielt erfaring som kan utgjøre den største trusselen mot indre validitet (Cook & Campbell, 1979, p. 52). Vi har valgt å gjennomføre samme forsøk to ganger med ulike peilesøyler, det er derfor en stor fare for at kandidatene presterer bedre på den andre gjennomføringen på grunn av at de modnes av den første gjennomføringen. Vi hadde 18 kadetter tilgjengelig til forsøket, disse ble delt opp i to grupper som gjennomførte i motsatt rekkefølge. Ved å gjennomføre på denne måten fikk vi både få det vi anser som et tilstrekkelig antall målinger som vi kan trekke en konklusjon ut i fra, samtidig som vi til en viss grad unngår at resultatene har blitt påvirket av en modning. Sannsynligheten for at kadettene har unngått å modnes fra første til andre gjennomføring ansees som lav og dette vil derfor komme tydelig frem i resultatene. I seg selv taler modningen sterkt mot den indre validiteten, men hvis begge gruppene har prestert jevnt bedre med den ene peilesøylen vil dette allikevel tale for den indre validiteten.

For å benytte begge peilesøylene i forsøket er det nødvendig å benytte to broer som har ulik utforming og dermed variasjon i instrumentene. Bro B har en mindre utforming enn bro G som medfører at prosjektørene står nærmere lerretet. Konsekvensen av dette er at pikseltettheten ved bro B er større enn bro G. På lang avstand kan det derfor være vanskeligere å se objektene som

skal peiles med peilesøylen når kandidatene gjennomførte forsøket på bro G. Det gjelder spesielt for første posisjon med blinken G/3⁸ og lykten ISO4⁹. Dette vil mest sannsynlig ha en innvirkning på resultatene ved at tiden brukt på bro G under målingene vil være større enn bro B. Hvis forsøksobjektene bruker lengre tid på å ta målingene, kan det også medføre at første posisjon tas når fartøyet turner. GPS var aktivert under forsøket og denne var ikke beheftet med signalforstyrrelser, dette medfører at posisjonene som forsøksobjektene tok avhengte kun av nøyaktigheten i målingene. Det er derfor nærliggende å anta at resultatene fra tiden brukt på hver måling hadde en svekket indre validitet, mens resultatene fra selve posisjonen hadde en god indre validitet.

En annen forskjell i instrumentene lå også i selve optikken. Peilesøylen fra SMS har mulighet for å trinnvis regulere lysstyrken på rødpunktet. I forsøket ble lysstyrken bli satt til en fast verdi som alle forsøksobjektene brukte, på denne måten sørget vi for at forsøksobjektene benyttet samme innstilling. Ulempen med å fastsette lysstyrken på rødpunktet er at den kan bli for sterk når objekter på lang avstand skal peiles. Dette kan ha medført at forsøksobjektene ikke så det de skulle peile under første posisjon på bro G. Hvis de ikke så objektene de skulle peile oppstår også muligheten for at de prøvde å gjette peilingen, noe som vil tale sterkt imot den indre validiteten og reliabiliteten på målingene. For å hindre gjetting ble det derfor ikke opplyst om hvilken kurs fartøyet seilte på eller gitt en ca. peiling til objektene. På peilesøylen fra Brudeseth er det også en mulighet for å regulere lysstyrken, men selv med maksimal styrke lyser denne svakt. Lysstyrken til denne peilesøylen var fastsatt til sitt maksimale nivå for at forsøksobjektene skulle kunne se strekene inne i glassplatene. Med en fastsatt lysstyrke på begge broene sørget dette for at hver gjennomføring utførtes med lik innstilling på optikken, noe som taler for den indre validiteten.

⁸ Grønnblink som lyser 1 gang hvert 3. sekund.

⁹ Lykt med periode på 4 sekunder, lyser i 2 sekunder og er slukket i 2 sekunder.

4 Resultater og analyse

I denne delen har vi lagt frem resultatene fra målingene i de posisjonene som ble tatt med to eller tre stedlinjer. Posisjonene med to stedlinjer tar utgangspunkt i skjæringspunktet mellom de to stedlinjene. Posisjonene med tre stedlinjer tar utgangspunkt i sentrum av trekanten fra de tre stedlinjene. Hver kandidat har gjennomført scenariet en gang med hver OBD for å teste disse peilesøylene opp mot hverandre. Bro B var satt opp med Brudeseth sin peilesøyle og bro G var satt opp med peilesøylene til SMS. Totalt har hver OBD blitt brukt i 54 posisjoner og 144 peilinger. Vi vil gjennomgå målingene fra hver av de 3 posisjonene og tilslutt se på gjennomsnittet fra alle. I teksten til hvert bilde vil vi belyse hovedmomentene som vi har bemerket oss i hver av posisjonene og i det samlede gjennomsnittet. Det var delt inn i kandidat 1 til 9 (gruppe 1) som startet først på bro B, 10 til 18 (gruppe 2) som startet på bro G og gjennomsnittlig verdier fra disse to. I tabellene er målingen angitt i grader i hver peiling. Man kan også lese av tiden kandidaten brukte i sin prosedyre¹⁰. Avslutningsvis viser tabellen meter avvik i forhold til den absolutte posisjonen til fartøyet. Avviket ble målt med en «Variable Range Marker¹¹» (VRM) fra posisjonen og inn til kurslinja. Vi har i tillegg et oversiktsbilde med alle målingene i hver posisjon som billedlig viser hva som var tendensen til målingene.

¹⁰ Prosedyre laget av NAVKOMP for gjennomføring av en posisjon med 2 eller 3 peilinger)

¹¹ VRM, verktøy i ECDIS for å måle avstand

4.1 Posisjon 1

Tabell 3: Målinger fra første posisjon på bro B.

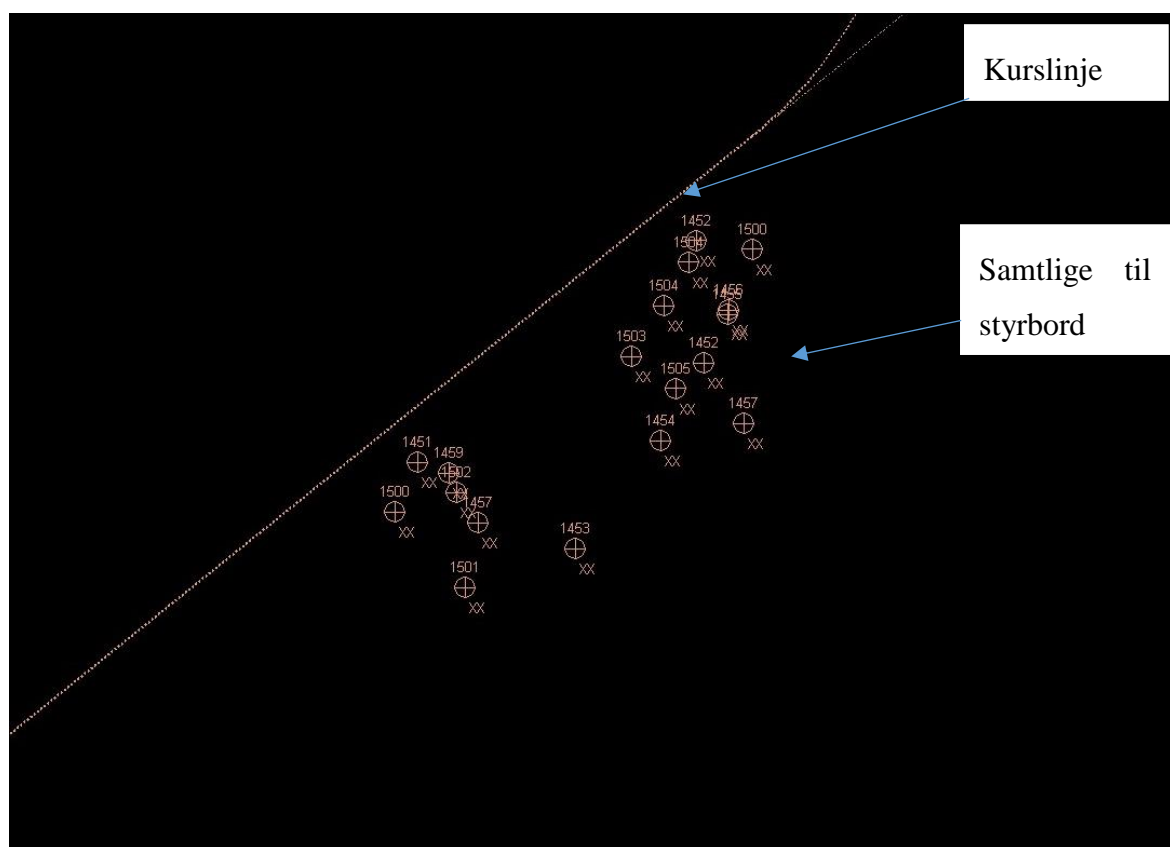
| | Posisjon 1 | | | Bro B | |
|--------------|------------|---------|---------|-----------|------------|
| Kand. | Peil. 1 | Peil. 2 | Peil. 3 | Tid min:s | Avvik i m. |
| 1 | 51 | 103 | 338 | 00:46 | 38,7 |
| 2 | 50 | 105 | 332 | 01:26 | 127 |
| 3 | 51 | 107 | 330 | 00:52 | 40,6 |
| 4 | 49 | 104 | 338 | 01:01 | 18,2 |
| 5 | 50 | 103 | 333 | 01:25 | 156 |
| 6 | 50 | 106,4 | 331 | 00:51 | 106 |
| 7 | 50,5 | 104,5 | 330 | 01:17 | 103 |
| 8 | 50,5 | 102 | 337 | 01:27 | 112 |
| 9 | 50 | 103 | 333,7 | 01:36 | 189 |
| 10 | 50,7 | 103 | 338 | 01:01 | 63 |
| 11 | 51 | 102 | 338,5 | 00:33 | 59,6 |
| 12 | 50,6 | 107,4 | 329 | 01:38 | 77,2 |
| 13 | 50 | 102 | 338,5 | 00:47 | 148 |
| 14 | 50,4 | 103 | 338 | 00:46 | 79,8 |
| 15 | 50,5 | 105 | 333 | 01:22 | 83,7 |
| 16 | 50,6 | 105 | 332 | 01:33 | 66 |
| 17 | 51 | 106,5 | 330 | 01:08 | 51,2 |
| 18 | 50 | 104,4 | 332,6 | 01:07 | 128 |
| 01-09 | | | | 01:11:13 | 98,944 |
| 10-18 | | | | 01:06:07 | 84,056 |
| Gjennomsnitt | | | | 01:08:40 | 91,5 |

Tabell 4: Målinger fra første posisjon på bro G.

| | Posisjon 1 | | | Bro G | |
|--------------|------------|---------|---------|-----------|------------|
| Kand. | Peil. 1 | Peil. 2 | Peil. 3 | Tid min:s | Avvik i m. |
| 1 | 51 | 105 | 336 | 00:59 | 6,1 |
| 2 | 51 | 119 | 317 | 04:11 | 20,9 |
| 3 | 51 | 107 | 332 | 00:53 | 19,1 |
| 4 | 51 | 105 | 336 | 00:42 | 13,4 |
| 5 | 51 | 108,7 | 327 | 01:31 | 36,9 |
| 6 | 51,7 | 106,7 | 331 | 01:07 | 35,2 |
| 7 | 51 | 108 | 331 | 01:18 | 37,6 |
| 8 | 51 | 106,7 | 331 | 01:19 | 29,4 |
| 9 | 51 | 104,4 | 337,4 | 00:53 | 11,6 |
| 10 | 52 | 110 | 326,5 | 02:35 | 18,3 |
| 11 | 51 | 108,5 | 331 | 01:32 | 22,4 |
| 12 | 52 | 109 | 330 | 02:59 | 59,1 |
| 13 | 51 | 110 | 327,5 | 00:39 | 13,7 |
| 14 | 51,4 | 110 | 326 | 02:31 | 65,5 |
| 15 | 51 | 110,4 | 326,6 | - | 3,4 |
| 16 | 51 | 104 | 325,6 | 03:42 | 199 |
| 17 | 51,4 | 109 | 330 | 01:46 | 16,8 |
| 18 | 51,4 | 117 | 324,4 | - | 119 |
| 01 til 09 | | | | 01.25.53 | 23,356 |
| 10 til 18 | | | | 02.14.51 | 57,467 |
| Gjennomsnitt | | | | 01.50.22 | 40,411 |

I *Tabell 3* og *Tabell 4* ser vi målingene i posisjon 1 fra bro B og bro G. Peiling 1 var i stevn og den rettviseende peiling var 051,4 grader. Hvis det var unøyaktighet i den første peilingen kan dette ha stor innvirkning på posisjonen på grunn av den lange avstanden til G/3. Det var betydelig mange flere som var nære å peile korrekt og få riktig måling på første peiling på bro G. Vi kan se at gjennomsnittlig meter avvik var under halvparten på bro G i forhold til bro B. Tiden som blir brukt var gjennomsnittlig 42 sekunder mer på bro G enn bro B. Man kan også se at kandidatene var svært mye raskere på bro G når forsøket ble gjennomført for andre gang i motsetning til når man startet på bro G. Det var imidlertid lite forskjell å se på tidsbruken på bro B i de to gruppene, hvor det kun skilte 5 sekunder.

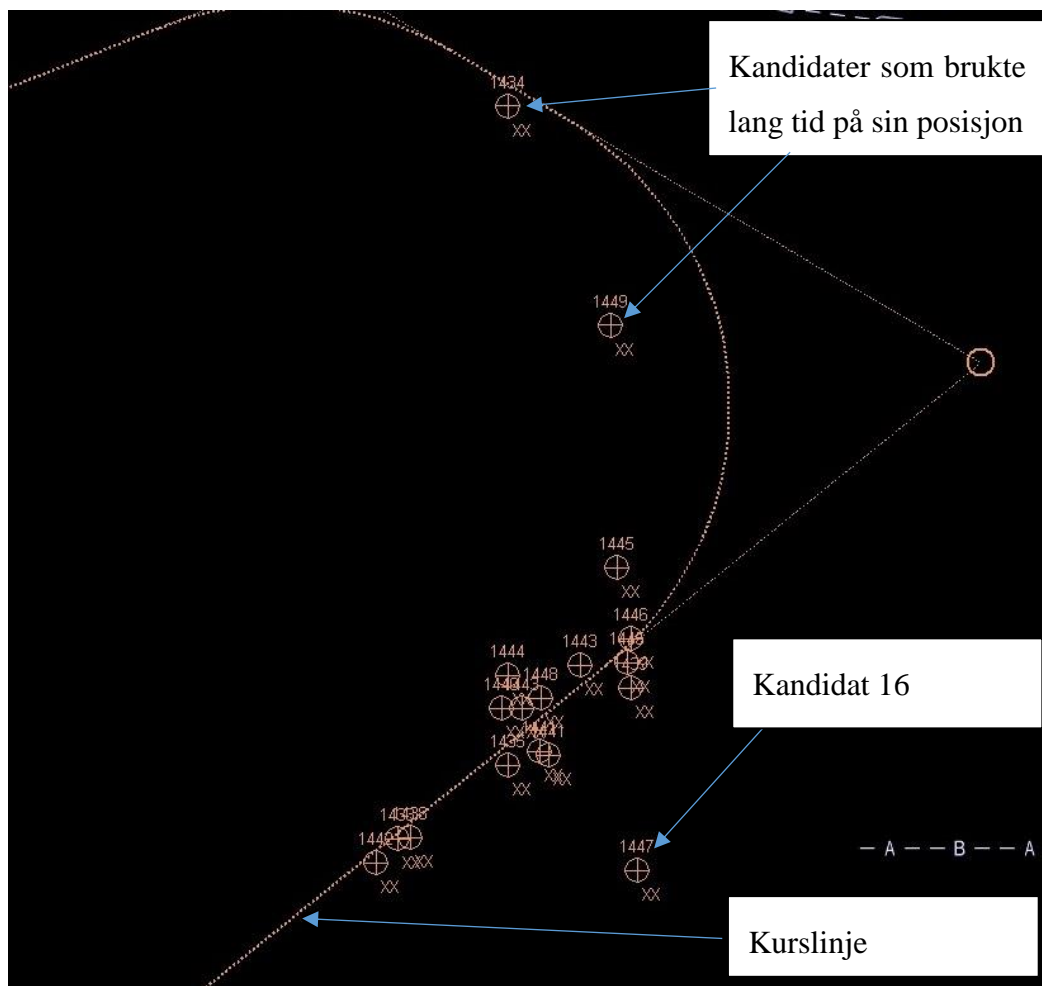
Bro B:



Figur 6: Utsnitt av ECDIS 1. posisjon bro B.

I posisjon 1 på denne broen ser man at samtlige kandidater havnet til styrbord i forhold til opprinnelig posisjon. Dette står i sammenheng med at alle har verdier i peiling 1 som var lavere enn det som var korrekt og lavere peilinger setter posisjonen til styrbord.

Bro G:



Figur 7: Utsnitt av ECDIS 1. posisjon bro G.

I Posisjon 1 på denne broen ser man at det var posisjoner som har havnet på begge sider av den opprinnelige posisjonen. Det var mange som var nære det som var den reelle posisjonen og det var et par som var sene med å fullføre posisjonen på grunnlag av at de mistet objekt 2 av syne. En kandidat innrømmet å ha peilet feil på objekt 2 og peilet et objekt i nærheten istedenfor. Peiling av feil objekt vil gjøre denne kandidatens posisjon ugyldig, og fordi dette var kandidat 16 som har størst avvik i meter må man ta hensyn til dette. For klarhetens skyld var kandidat nr 16 sin posisjon den man ser lengst til styrbord på Figur 7: Utsnitt av ECDIS 1. posisjon bro G.

4.2 Posisjon 2

Tabell 5: Målinger fra andre posisjon på bro B.

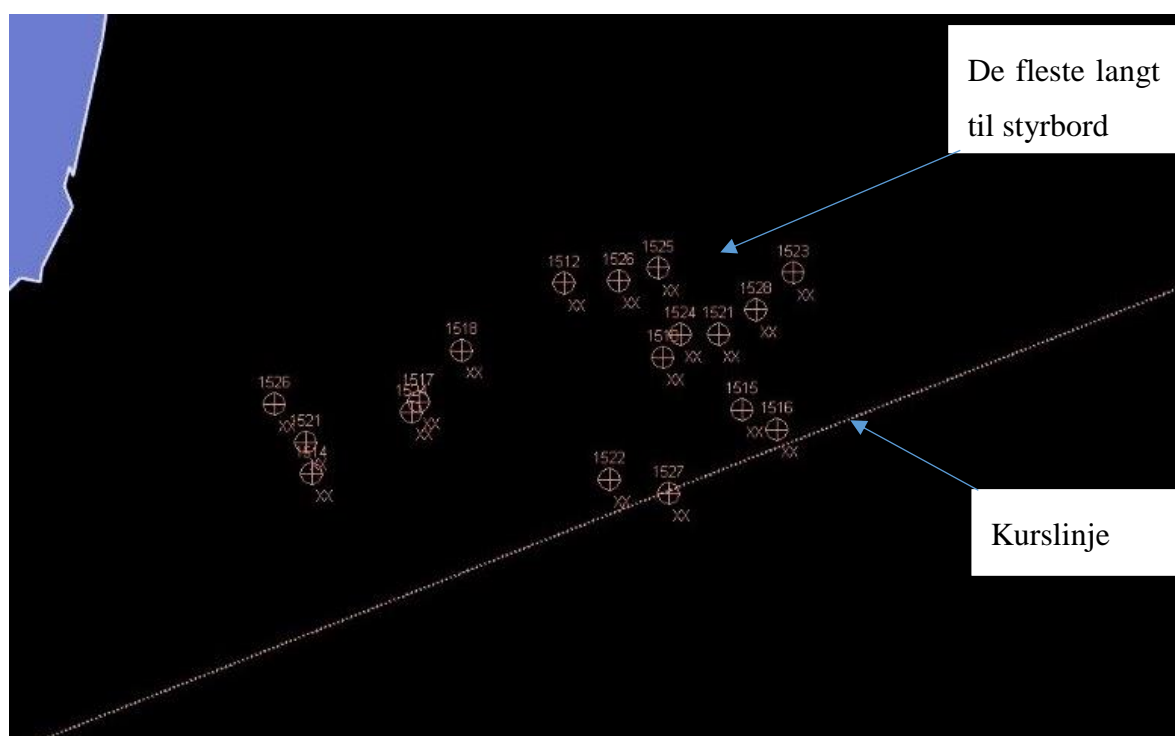
| Kand. | Posisjon 2 | | Bro B | Avvik i m. |
|--------------|------------|---------|-----------|------------|
| | Peil. 1 | Peil. 2 | Tid min:s | |
| 1 | 236 | 313 | 00:29 | 204 |
| 2 | 236 | 332 | 00:25 | 131 |
| 3 | 237 | 312 | 00:39 | 44 |
| 4 | 237 | 311 | 00:23 | 15,8 |
| 5 | 236 | 324 | 00:18 | 154 |
| 6 | 236,5 | 312,4 | 00:32 | 111 |
| 7 | 236 | 320 | 00:41 | 183 |
| 8 | 236 | 331,5 | 00:44 | 159 |
| 9 | 236,5 | 309,6 | 00:41 | 112 |
| 10 | 237 | 319 | 00:45 | 30,2 |
| 11 | 236,5 | 304,7 | 00:23 | 140 |
| 12 | 236,5 | 311 | 00:24 | 125 |
| 13 | 236,4 | 325 | 00:28 | 148 |
| 14 | 236 | 309 | 00:26 | 185 |
| 15 | 236 | 310,4 | 00:31 | 188 |
| 16 | 236 | 332 | 00:47 | 199 |
| 17 | 237 | 317 | 00:41 | 2,6 |
| 18 | 236,5 | 307,4 | 00:44 | 120 |
| 01-09 | | | 00:32:27 | 123,756 |
| 10-18 | | | 00:34:20 | 126,422 |
| Gjennomsnitt | | | 00:33:23 | 125,089 |

Tabell 6: Målinger fra andre posisjon på bro G.

| Kand. | Posisjon 2 | | Bro G | Avvik i m. |
|--------------|------------|---------|-----------|------------|
| | Peil. 1 | Peil. 2 | Tid min:s | |
| 1 | 236 | 352 | 00:18 | 79,1 |
| 2 | 237 | 310,5 | 00:20 | 35,9 |
| 3 | 237 | 309 | 00:22 | 19,5 |
| 4 | 237 | 306 | 00:16 | 26,7 |
| 5 | 237,2 | 309,5 | 00:19 | 12,6 |
| 6 | 237,6 | 316 | 00:25 | 77,7 |
| 7 | 237 | 312,5 | 00:27 | 10,8 |
| 8 | 237 | 322,5 | 00:28 | 9,0 |
| 9 | 237 | 314 | 00:24 | 33,8 |
| 10 | 237 | 335,5 | 00:47 | 12,1 |
| 11 | 237,4 | 314,4 | 00:29 | 49 |
| 12 | 237 | 322 | 00:16 | 32 |
| 13 | 237,4 | 316 | 00:24 | 66 |
| 14 | 237,4 | 311 | 00:22 | 61 |
| 15 | 237,5 | 308 | 00:41 | 61 |
| 16 | 237 | 343,6 | 00:59 | 86 |
| 17 | 237 | 334 | 00:43 | 70 |
| 18 | 237 | 315,6 | 00:24 | 16 |
| 01-09 | | | 00:22:07 | 33,9 |
| 10-18 | | | 00:33:53 | 50,322 |
| Gjennomsnitt | | | 00:28:00 | 42,111 |

I *Tabell 5* og *Tabell 6* ser vi måleverdiene for posisjon to. I denne posisjonen var det to peilinger og ingen av disse var nøyaktig i stevn. Tidsbruken var omtrent det samme i begge grupper på bro B, men på bro G var det hele ti sekunder forskjell. Når det gjelder sammenligning av tidsbruk var den svært liten da man så på gjennomsnittet hvor det skilte kun fem sekunder. Det var en betydelig større forskjell når man så på meter avvik i denne posisjonen. Den første gruppen skilte det hele 90 meter og i gruppe to skilte det 76 meter. Dette ga en gjennomsnittlig forskjell på 83 meter i avvik fra absolutt posisjon. Vi kan se på peiling 1 at kandidatene på bro B i gjennomsnitt peilte objekt 1 mye lavere enn på bro G. Dette var likt det vi så i posisjon 1 objekt 1.

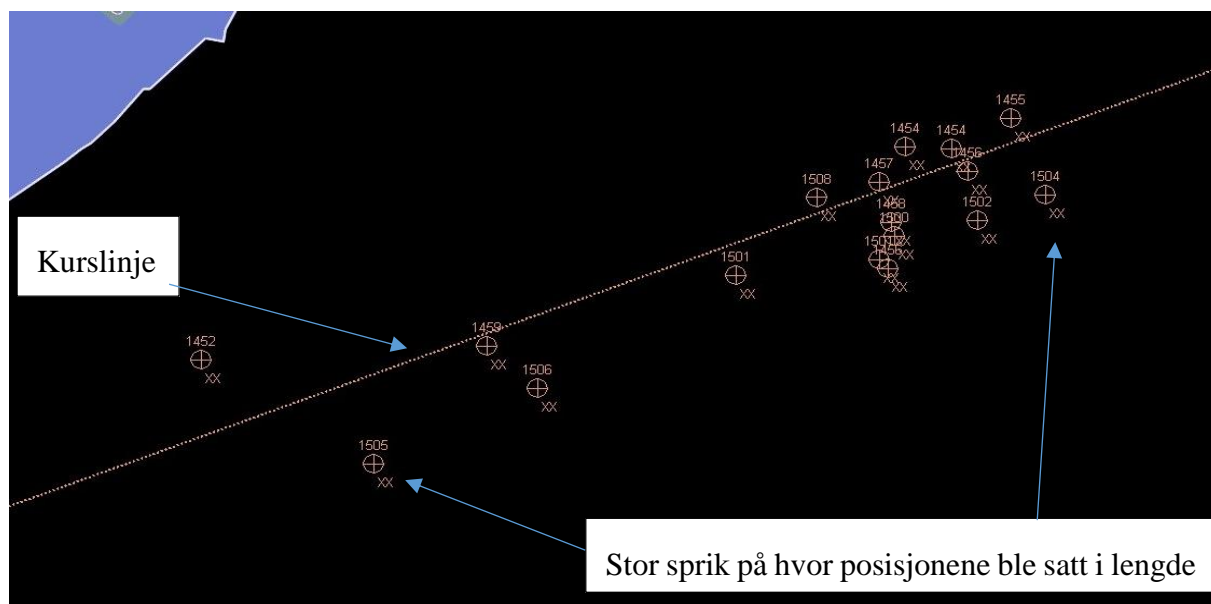
Bro B:



Figur 8: Utsnitt av ECDIS 2. posisjon bro B.

I Posisjon 2 på denne broen så man nok en gang at posisjonene var til styrbord for den opprinnelige posisjonen. Det var en stor del av posisjonene som lå i omtrent samme avstand, over hundre meter fra fartøyet, mens noen få posisjoner lå svært nære den opprinnelige posisjonen. Hvis disse posisjonene til styrbord hadde vært korrekte hadde det ført fartøyet svært nære farene om styrbord (se Vedlegg 1: Infoskriv til forsøksobjektene.)

Bro G:



Figur 9: Utsnitt av ECDIS 2. posisjon bro G.

I posisjon to på denne broen var det en rekke posisjoner som var nær den opprinnelige posisjonen og som man kan kalle gode posisjoner. Vi så i posisjon 2 at man fikk posisjoner som ble satt både til styrbord og babord for fartøyet. Det var i tillegg synlig i Figur 9 at det var stor ulikhet på hvor langt man har seilt før man har fullført posisjonen. Dette var et klart skille fra Figur 8 der posisjonene i større grad var samlet.

4.3 Posisjon 3

Tabell 7: Målinger fra tredje posisjon på bro B.

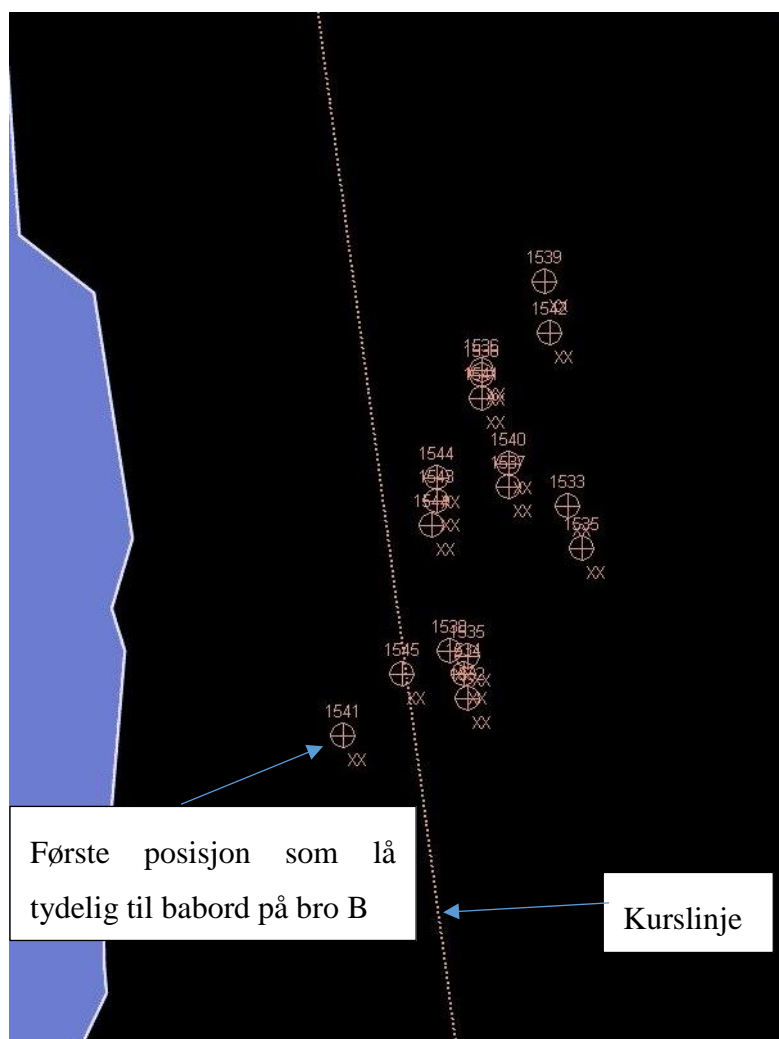
| | Posisjon 3 | | | Bro B | |
|--------------|------------|---------|---------|-----------|------------|
| Kand. | Peil. 1 | Peil. 2 | Peil. 3 | Tid min:s | Avvik i m. |
| 1 | 352 | 009 | 303 | 00:34 | 23,1 |
| 2 | 351 | 010 | 296 | 00:32 | 72,2 |
| 3 | 352 | 011 | 298 | 00:55 | 26,4 |
| 4 | 352 | 010 | 292 | 00:31 | 26,4 |
| 5 | 351 | 009 | 299 | 00:34 | 76,2 |
| 6 | 351,5 | 013,4 | 267 | 00:36 | 46,3 |
| 7 | 351,5 | 011 | 285 | 00:49 | 51,1 |
| 8 | 351,5 | 011,6 | 270,5 | 00:49 | 46,4 |
| 9 | 352 | 011 | 293 | 00:39 | 19,1 |
| 10 | 351 | 012,4 | 267 | 00:54 | 75,1 |
| 11 | 351,4 | 013 | 285 | 00:30 | 51,5 |
| 12 | 353 | 012 | 286 | 00:56 | 27,8 |
| 13 | 351,6 | 013 | 269,5 | 00:39 | 43,9 |
| 14 | 351 | 011,5 | 274 | 00:40 | 74,2 |
| 15 | 352 | 012 | 274,6 | 00:42 | 21,6 |
| 16 | 352 | 012 | 271,4 | 00:43 | 22,9 |
| 17 | 352 | 013 | 274,4 | 00:40 | 18,2 |
| 18 | 352,4 | 011 | 288,5 | 00:47 | 1,9 |
| 01-09 | | | | 00:39:53 | 43,022 |
| 10-18 | | | | 00:43:27 | 37,456 |
| Gjennomsnitt | | | | 00:41:40 | 40,239 |

Tabell 8: Målinger fra tredje posisjon på bro G.

| | Posisjon 3 | | | Bro G | |
|--------------|------------|---------|---------|-----------|------------|
| Kand. | Peil. 1 | Peil. 2 | Peil. 3 | Tid min:s | Avvik i m. |
| 1 | 352,5 | 012 | 285,4 | 00:34 | 7,1 |
| 2 | 352,5 | 014 | 266 | 00:54 | 1,8 |
| 3 | 352 | 011 | 290 | 00:49 | 20,4 |
| 4 | 353 | 019 | 254 | 01:03 | 34,7 |
| 5 | 352,5 | 012 | 290 | 00:43 | 10,8 |
| 6 | 352,5 | 011 | 287,6 | 00:45 | 2,3 |
| 7 | 352,5 | 010 | 304,5 | 00:31 | 10,6 |
| 8 | 352,6 | 010 | 302 | 00:56 | 10,4 |
| 9 | 352,5 | 013,4 | 277,7 | 00:45 | 5,3 |
| 10 | 352,7 | 012 | 283 | 00:47 | 15,8 |
| 11 | 352,6 | 014 | 268 | 00:38 | 12,5 |
| 12 | 353 | 015 | 268 | 00:36 | 31,9 |
| 13 | 353 | 016,5 | 248 | 00:22 | 28,8 |
| 14 | 353 | 012 | 296 | 00:29 | 35,1 |
| 15 | 353 | 015 | 261 | 00:43 | 33,7 |
| 16 | 352,7 | 025 | 229,5 | 01:11 | 13,8 |
| 17 | 352,6 | 018 | 254,4 | 00:52 | 10,5 |
| 18 | 352,6 | 016 | 256,5 | - | 14,2 |
| 01-09 | | | | 00:46:40 | 11,489 |
| 10-18 | | | | 00:42:15 | 21,811 |
| Gjennomsnitt | | | | 00:44:28 | 16,650 |

I *Tabell 7* og *Tabell 8* så vi måleverdiene fra posisjon 3. Denne posisjonen har tre peilinger hvor første peiling var i stevn på korrekt peiling 352,4 grader. En dårlig første peiling ville også forandre resultatet i denne posisjonen slik vi så i posisjon 1. Ut ifra måleverdiene i peiling 1 så man på begge broene at de fleste hadde en peiling i nærheten av stevnet og at man kunne se på de som har bommet noe at avviket var større i disse posisjonene. Man kan likevel si at det var mindre skille i kvaliteten til første peiling i posisjon 3 slik man så i posisjon 1. Tiden som ble brukt i denne posisjonen var også rimelig lik på begge broer og det skilte kun 3 sekunder i gjennomsnittet. Det som gjentok seg i denne posisjonen var avviket i meter fra absolutt posisjonen. Det var fortsatt et betydelig mindre avvik på bro G i forhold til bro B med en forskjell i gruppe 1 med 32 meter, gruppe 2 med 16 meter og som ga et gjennomsnittlig avvik på 24 meter.

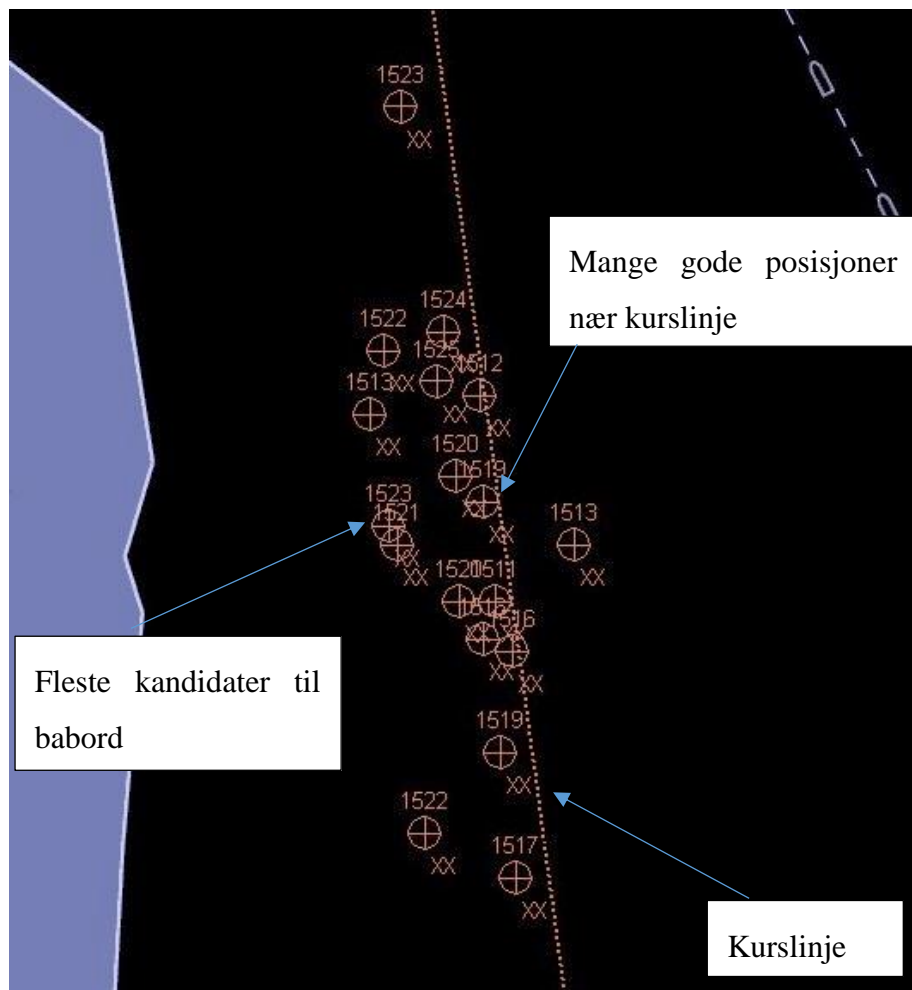
Bro B:



Figur 10: Utsnitt av ECDIS 3. posisjon bro B.

I posisjon 3 på denne broen var det for første gang en posisjon som la seg til babord for fartøyet. En posisjon var svært nær den opprinnelige posisjonen og kan kategoriseres som en svært god posisjon. De resterende posisjonene la seg nok en gang til styrbord i forhold til vårt eget fartøy.

Bro G:



Figur 11: Utsnitt av ECDIS 3. posisjon bro G.

I posisjon 3 på denne broen var det denne gangen en stor likhet på hvilken side posisjonene lå. De fleste lå her til babord for fartøyets posisjon med noenlunde lik avstand til fartøyet.

4.4 Sammenslåtte målinger og verdier

Tabell 9: Samlet oversikt over de forskjellige posisjonene.

| Posisjon | Tid 1-9 | Tid 10-18 | Tid total | Avstand 1-9 | Avstand 10-18 | Avstand totalt |
|--------------|----------|-----------|-----------|-------------|---------------|----------------|
| 1B | 01:11:13 | 01:06:07 | 01:08:40 | 98,94 | 84,05 | 91,5 |
| 1G | 01:25:53 | 02:14:51 | 01:50:22 | 23,35 | 57,46 | 40,41 |
| 2B | 00:32:27 | 00:34:20 | 00:33:23 | 123,75 | 126,42 | 125,08 |
| 2G | 00:22:07 | 00:33:53 | 00:28:00 | 33,9 | 50,32 | 42,11 |
| 3B | 00:39:53 | 00:43:27 | 00:41:40 | 43,02 | 37,45 | 40,23 |
| 3G | 00:46:40 | 00:42:15 | 00:44:28 | 11,48 | 21,81 | 16,65 |
| Totalt bro B | 00.47.51 | 00.47.58 | 00.47.54 | 88,57 | 82,640 | 85,603 |
| Totalt bro G | 00.51.33 | 01.10.20 | 01.00.57 | 22,91 | 43,197 | 33,057 |

Tabell 9 viser en oversikt over gjennomsnittsmålingene fra hver gruppe sammen med et totalt gjennomsnitt av disse. I den grå delen kan vi se en sammenslåing av alle de 3 posisjonene fra hver bro. Disse resultatene kan brukes for å se en helhetlig forskjell på de to peilesøylene over flere posisjoner.

Ved å se på tidsbruken på bro G så man en klar forskjell på de som har seilt scenariet før og de som gjorde det for første gang i posisjon 1 og 2. Denne forskjellen var svært liten i posisjon 3 og man kan derfor se mer bort fra det å ha seilt før her. Det å ha seilt scenariet før viste å ha lite å si på bro B der det var ganske likt i begge gruppene på alle de tre posisjonene. Ved å se på det totale tidsbildet der alle posisjonene ble slått sammen var det en minimal forskjell i gruppe 1, mens i gruppe to viste det seg å være en gjennomsnittlig forskjell på 23 sekunder.

I avvikene så man den samme sammenheng som i tidsbruken. Det var en klar forskjell mellom gruppe 1 og 2 på bro G, men her gjaldt det samtlige av posisjonene. Det var en viss gjennomsnittlig forbedring i gruppe 2 i forhold til gruppe 1 i posisjon 1 og 3 på bro B, men denne var betydelig mindre enn den forskjellen man så på bro G. I posisjon 2 var forskjellen så liten at man kan se bort fra denne. I det totale avviket fra alle posisjonene så man et skille på 52 meter i fordel til bro G med sin SMS peilesøyle. Dette var en stor forskjell da man så på kvaliteten til peilesøylens målinger.

5 Drøfting

I denne delen har vi drøftet rundt problemstillingen vår: ‘’ hvilken OBD som gir best målinger ved posisjonering’’. Det var tydelig i vårt forsøk at peilesøylen til SMS ga bedre målinger fordi avviket på denne var mindre. Vi ønsket i vår drøfting å få frem hvorfor SMS sin OBD var bedre ved å bruke vårt forsøk og dens resultater. Drøftingen starter med å se på de hypotesene vi hadde i forkant av forsøket og å se hvordan resultatene svarte til disse. Videre vil vi se på sammenhengen mellom tidsbruk og avvik fra absoluttposisjonen og om det var en forskjell på peilesøylene i ulik avstand til objektene. Drøftingen vil avslutte med å se på hvorfor det var så stor forskjell på avviket i meter fra fartøyets posisjon på de to peilesøylene. Vi vil her trekke frem de vesentlige sidene som gjorde en av peilesøylene bedre enn den andre og hvordan dette virket inn i de tre posisjonene vi ba kandidatene utføre. Der vi har sett at metoden vår har endret eller påvirket forsøket i noen grad, har vi prøvd å belyse hvordan og hvorfor dette har skjedd.

5.1 Hypotesene.

5.1.1 Hypotese 1

SMS-OBD gir bedre målinger da siktemiddelet er mindre og mer presist enn to streker overrett. Dette fordi man kun setter prikken over objektet og slipper å følge med at strekene hele tiden er overrett og ikke glir ut.

Vi har drøftet denne hypotesen ved å se på resultatene fra vårt forsøk, og vi tok også med våre observasjoner og teorier i tillegg som vi inkluderte kommentarer fra kandidatene. Da vi så på resultatene fra de 3 posisjonene, kunne vi se et gjennomsnittlig avvik fra absolutt posisjon på 52 meter. Peilesøylen til Brudeseth fikk flere kommentarer underveis i forsøket som bemerket seg negativt om strekenes evne til å gi gode målinger. Dette gjaldt strekenes størrelse, lysstyrke og at man ofte måtte etterse at strekene stod overrett. Størrelsen til strekene var relativt tykke og enkelte kandidater følte at disse gjorde det vanskelig å få til den presisjonen som en liten prikk kan utrette. I tillegg ble det ansett som en hindring at strekene ikke var klare, men frostet, slik at det var vanskeligere å se gjennom dem. Uklarheten gjorde det mer utfordrende å peile små objekter som var på stor avstand. Vi anser at dette kan ha påvirket den første målingen i

posisjon 1 da det var et lyssvakt objekt på en stor avstand. Vi så der at det var dårligere peilinger på bro B i motsetning til bro G, noe som forsterket hvorfor peilesøylen til SMS ga bedre målinger i dette tilfellet.

Lysstyrken til Brudeseth peilesøylen varierer mye fra peilesøyle til peilesøyle, og den som ble benyttet hadde et svakt rødt lys i sine streker. Det svake lyset kan ha ført til at kandidatene hadde en dårligere evne til å fininnstille strekene under lyssettingen som de ble utsatt for. Imidlertid var vi usikre på om dette påvirket målingene i forsøket, men ved en eventuell påvirkning vil dette ha svekket resultatenes validitet. Det vil i størst grad påvirke posisjon 1 der objektene var mest krevende å peile, og sannsynligheten var mindre for at det påvirket posisjon 2 og 3. Dette fordi objektene enten var så synlige, lyssterke eller nære at det skulle mye til at det svekkede lyset i Brudeseth peilesøylen påvirket i stor grad. Da SMS peilesøylen var klart bedre i samtlige posisjoner vil vi påstå at lysstyrken ikke var grunnen til forskjellen.

Et siste synspunkt om peilesøylen til SMS var rødpunktet og dets evne til å treffe objektet da kandidaten skulle peile. Som oftest var det en smal sak for kandidatene å legge siktet over objektet og å trykke, men enkelte tilbakemeldinger og observasjoner underveis fastsatte en svakhet ved rødpunktet. Ved lyssvake blinker og lanterner kunne rødpunktet lyse for sterkt slik at man ikke så objektet man skulle peile. Dette opplevde flere enten ved objekt 1 eller 2 i posisjon 1. På objekt 1 overskygget det røde lyset blinken, mens på objekt 2 fant vi et nytt problem med rødpunktet. I tillegg til at den overskygget svake blinker var det mulig å blande rødpunktet og en rødblink slik at man enten brukte lang tid eller slet med å rette inn peilingen. Dette så vi som mest krevende ved peiling av lyssvake blinker i fast rød.

En svakhet i vårt forsøk var innstillingen til rødpunktet. Vi ønsket å ha størst mulig likhet for alle og derfor satt vi en fast størrelse på rødpunktet. Denne størrelsen kan ha ført til at flere av kandidatene gjennomførte peilinger med større rødpunkt enn det som var optimalt i hver peiling. Rødpunktets størrelse kan ha vært en medvirkende faktor til at enkelte objekter var krevende å peile på bro G. Likevel anser vi innstillingen av rødpunktet både som en styrke og en svakhet i vårt forsøk. Styrken til innstillingen var at alle kandidatene hadde samme

utgangspunkt, men svakheten var at størrelsen kan ha ført til at visse objekter ble peilet dårligere enn optimalt.

5.1.2 Hypotese 2

SMS-OBd gir raskere posisjon ved bruk av posisjon med to eller tre peilinger. Dette fordi man kan lese av målingene på skjermen til SMS-OBd'n og trenger derfor ikke gå bort til ECDIS for å sjekke dette.

Tabell 10: Samlet oversikt over tid.

| Posisjon | Tid 1-9 | Tid 10-18 | Tid total |
|--------------|----------|-----------|-----------|
| 1B | 01:11:13 | 01:06:07 | 01:08:40 |
| 1G | 01:25:53 | 02:14:51 | 01:50:22 |
| 2B | 00:32:27 | 00:34:20 | 00:33:23 |
| 2G | 00:22:07 | 00:33:53 | 00:28:00 |
| 3B | 00:39:53 | 00:43:27 | 00:41:40 |
| 3G | 00:46:40 | 00:42:15 | 00:44:28 |
| Totalt bro B | 00.47.51 | 00.47.58 | 00.47.54 |
| Totalt bro G | 00.51.33 | 01.10.20 | 01.00.57 |

Vi vil starte med å gå inn på tidene som resultatene viste til for begge gruppene på bro B og bro G. Man kan lese ut ifra **Tabell 10** at det skilte lite i gjennomsnittlig tid på posisjon 2 og 3 på broene. Det som ga et stort utslag var tiden som ble brukt i posisjon 1, der så vi at bro B var 42 sekunder raskere enn bro G totalt sett. Den største innvirkningen kom fra gruppe 2 som brukte i gjennomsnitt 2 minutt og 14 sekunder. Denne gruppen startet på bro G og så derfor etter objektene for første gang i motsetning til gruppe 1 som allerede hadde seilt på bro B. Det viste seg krevende for gruppe 2 da bro G hadde dårligere kvalitet på bildet og gjorde deteksjonen svært utfordrende på objekt 2 i posisjon 1. Det var flere kandidater som endte med å finne denne lykten så sent som i fartøyets babord turn. Sannsynligvis var tiden på bro G mindre i gruppe 1 fordi disse allerede viste omtrent hvor objektet befant seg, og effekten av modning i scenarioet viste sin påvirkning. Våre observasjoner fra forsøket viste at enkelte kandidater brukte usedvanlig mye tid på å finne objekt 2, vi kan derfor bekrefte at dette hadde en innvirkning. Vi anså problematikken ved å ha et slikt krevende objekt som en svakhet i vårt forsøk. Denne svakheten var så stor at vi valgte å forkaste de resultatene vi hadde på tid på denne broen i

posisjon 1. Sammenlignet med det som hadde vært realiteten ute på fartøy viste våre analyser at tidsbruken ble for lite realistisk med denne peilesøylen.

Målingene vi har benyttet til å drøfte denne hypotesen har vi fra posisjon 2 og 3. Disse målingene var ganske like på tid og vi anser treningsmengde og erfaring som en faktor som har utjevnet disse tidene. Men med en lik erfaring med SMS sin peilesøyle vil vi påstå at det er fullt mulig at tidene hadde vært i favør for denne. Som observatører så vi på Brudeseth sin OBD at det var ulik bruk ved avlesing av peilingene. Noen leste av headingen som stod på displayet til peilesøylen, noe som stemmer når fartøyet ikke er i et turn etter peiling eller at man har beveget på OBD. De fleste av forsøksobjektene fulgte innlært prosedyre på denne peilesøylen som foregår ved å skyte peilingen, og deretter lese av peilingen i et vindu i ECDIS. Dette krevde at de gikk fra peilesøylen til ECDIS og deretter tilbake til peilesøylen før de kunne skyte neste peiling. Denne måten å jobbe på førte til at det gikk med tid til å gå mellom OBD og ECDIS. Hvis vi da sammenligner opereringen med OBD fra SMS, ser vi at kandidatene hadde muligheten til å stå samme sted under hele utførelsen av posisjonen. Dette gikk problemfritt under forsøket med samtlige kandidater og man kan derfor antyde at dette var en brukervennlig måte å lese av sine peilinger på. Hvis man ser på tidsbruken vil kandidatene da bruke så mye mindre tid på en posisjon som det tok å gå frem og tilbake totalt under en posisjon med Brudeseth peilesøylen. Denne tiden var avhengig av hvordan broen var satt opp og distansen mellom peilesøylen og ECDIS.

5.1.3 Hypotese 3

Kandidatene er raskere med Brudeseth OBD på grunn av mer erfaring og bruk med denne peilesøylen.

Etter analyse av tidene var det et gjennomsnittlig skille til fordel for bro B på 13 sekunder i de tre posisjonene. Dette tilsa at kandidatene jevnt over var raskere med denne peilesøylen, men som nevnt i oppgaven har vi valgt å forkaste tidene som var på bro G i posisjon 1. Derfor må vi se på hva tidene viste i posisjon 2 og 3. Disse viste en liten fordel til bro G på 5 sekunder i posisjon 2 og en fordel til bro B på 3 sekunder i posisjon 3. Dette viste til et ganske jevnt tidsbruk. Imidlertid da man så på hvordan bruken var på de to ulike peilesøylene vil vi påstå at

kandidatene var raskest med Brudeseth sin OBD. Dette med grunnlag i forflytningen man ble tvunget til å gjøre med peilesøylen til Brudeseth, som vi drøftet i Hypotese 2. Hvis kandidatene likevel klarte å være omtrent like raske eller raskere med en Brudeseth OBD, vil vi påstå at de opererte denne raskere og mer effektivt på grunn av trening og erfaring. Derfor vil vi påstå at kandidatene med et likt treningsgrunnlag ville vært kjappest med en peilesøyle fra SMS.

5.2 Tidsbruk i forhold til avvik fra absoluttposisjonen

Vi vil her gå inn på om tiden i hele tatt var med på å påvirke posisjonene, eller om denne bare ble en verdi som var uvesentlig for posisjoneringen. Det som var viktig å ta hensyn til i denne analysen var det som ble nevnt i Hypotese 2 om tidsbruken i posisjon 1. Vi valgte derfor å se bort fra denne posisjonen og fokusere på posisjon 2 og 3, fordi disse ble ansett som mest realistiske. Hovedsakelig var det liten forskjell da vi så på gjennomsnittstiden i hver posisjon for gruppe 2, men da vi så på posisjonene for gruppe 1 skilte det mellom 7 og 10 sekunder. Selve gjennomsnittet viste tydelig at det var mindre avvik fra peilesøylen på bro G, uavhengig om det var stor tidsforskjell eller ikke. Likevel var det også en forskjell på avviket fra den absolutte posisjonen i de to posisjonene på bro G. Denne ulikheten mistenkte vi skyldtes andre årsaker som modning i scenarioet eller tilfeldigheter. For å få svar på spørsmålet uten å se på gjennomsnittsmålingene utførte vi en ny analyse. Der så vi på hvordan tidsbruket påvirket målingene ved å studere de to trege og de to raskeste målingene i hver posisjon, på hver bro uavhengig av gruppe.

5.2.1 Posisjon 2

Tabell 11: De 2 raskeste og trege 2. posisjon bro B.

| Kand. | Posisjon 2 | | Bro B | |
|-------|------------|---------|-------------|-----------|
| | Peil. 1 | Peil. 2 | Tid min:sek | Avvik i m |
| 4 | 237 | 311 | 00:23 | 15,8 |
| 5 | 236 | 324 | 00:18 | 154 |
| 10 | 237 | 319 | 00:45 | 30,2 |
| 16 | 236 | 332 | 00:47 | 199 |

Tabell 12: De 2 raskeste og tregeste 2. posisjon bro G.

| Kand. | Posisjon 2 | | Bro G | |
|-----------|------------|---------|-------------|------------|
| | Peil. 1 | Peil. 2 | Tid min:sek | Avvik i m. |
| 4 | 237 | 306 | 00:16 | 26,70 |
| 10 | 237 | 335,5 | 00:47 | 12,10 |
| 12 | 237 | 322 | 00:16 | 31,90 |
| 16 | 237 | 343,6 | 00:59 | 86,20 |

I posisjon 2 på bro B kan vi se at det var lite sammenheng mellom tid og avvik i meter, da det var en god og en dårlig posisjon i hver kategori. Mye av det samme viste seg på bro G hvor det var 3 gode posisjoner og en som hadde mer avvik enn de andre. Slik tallene stod på denne posisjonen virket avviket lite avhengig av tiden som ble brukt og at den var avhengig av noe annet.

5.2.2 Posisjon 3

Tabell 13: De 2 raskeste og tregeste 3. posisjon bro B.

| Kand. | Posisjon 3 | | | Bro B | |
|-----------|------------|---------|---------|-------------|-----------|
| | Peil. 1 | Peil. 2 | Peil. 3 | Tid min:sek | Avvik i m |
| 3 | 352 | 011 | 298 | 00:55 | 26,4 |
| 4 | 352 | 010 | 292 | 00:31 | 26,4 |
| 11 | 351,4 | 013 | 285 | 00:30 | 51,5 |
| 12 | 353 | 012 | 286 | 00:56 | 27,8 |

Tabell 14: De 2 raskeste og tregeste 3. posisjon bro G.

| Kand. | Posisjon 3 | | | Bro G | |
|-----------|------------|---------|---------|-------------|-----------|
| | Peil. 1 | Peil. 2 | Peil. 3 | Tid min:sek | Avvik i m |
| 4 | 353 | 019 | 254 | 01:03 | 34,7 |
| 13 | 353 | 016,5 | 248 | 00:22 | 28,8 |
| 14 | 353 | 012 | 296 | 00:29 | 35,1 |
| 16 | 352,7 | 025 | 229,5 | 01:11 | 13,8 |

I posisjon 3 på bro B kan vi se at en treg og en rask posisjon ga nesten likt avvik i meter og at det var en treg posisjon som skilte seg ut med en dårligere verdi. Imidlertid har det i begge posisjonene vært den trege som har skilt seg ut med en dårlig posisjon. Vi er usikre på hvorfor, men tror det var andre påvirkninger enn tiden som førte til.

Ut ifra disse to eksemplene vil vi konstatere at tiden brukt på en posisjon hadde lite å si i vårt forsøk. Dette stemmer godt overens med det vi observerte og opplevde underveis i forsøket på de ulike kandidatene. Vi mener grunnen til den manglende påvirkningen var at forsøket har foregått i en simulator og ikke ute på sjøen. Denne feilen oppstår hvis man har sensorer som gir input til ECDIS som ikke er helt korrekt. Da vil utregningene som ECDIS utførte under posisjonstakingen bli feil og dette gir et annet resultat enn hvis alle inputs hadde stemt. Hvis man har feil inputs vil utregningene bli mer unøyaktige proporsjonalt med tiden. Det som imidlertid var annerledes med en simulator var at den ble styrt fra en eller flere datamaskiner som hele tiden ga korrekte inputs. Derfor fikk vi testet kvaliteten til peilingene fra peilesøylene uten innvirkninger av tid. De klareste eksemplene på dette ble observert i posisjon 1 hvor enkelte brukte svært lang tid på å peile alle objektene, men disse havnet likevel nært fartøyets absolutte posisjon.

5.3 Var det forskjell på peilesøylene i stor eller liten avstand til objektene?

Ved inngangen til dette forsøket ønsket vi å finne ut om det fantes en tydelig sammenheng mellom avstand til objekt og kvaliteten på målingen. Derfor så vi på forholdet mellom avvik fra absolutt posisjon og distansen fra fartøy til objekt. Vi ønsket å se om avvikene i meter fra den absolutte posisjonen var proporsjonal med avstanden til objektene, eller om den viste seg å være ulik. Denne drøftingen ble basert på de resultatene og meningene vi satt med i etterkant av forsøket. For å få en generell forståelse av resultatene så vi på gjennomsnittsmålingene fra gruppe 1, gruppe 2 og de sammenlagte resultatene.

Ut ifra *Tabell 9: Samlet oversikt over de forskjellige posisjonene*, så vi den samme tendensen i alle gruppene; det var et likt forhold for peilesøylene på avvik i forhold til avstanden til objektene. Ved å se disse resultatene konstaterte vi at peilesøylene hadde proporsjonale avvik. Vi hadde imidlertid en formening at SMS sin peilesøyle ville skille seg i større grad fra Brudeseth på lang avstand fordi vi hadde en teori om at siktemiddelet var mer presist. Likevel ble dette ikke resultatet fra vårt forsøk og flere forsøk ville økt sannsynligheten for å finne et svar på dette. Slik nevnt i **5.1.2 Hypotese 2** kan trening og erfaring ha påvirket i noen, men det kan være utallige andre ukjente faktoren som også påvirket. Derfor står vi igjen med at det ikke

var en tydelig forskjell på de to peilesøylene og at avvikene var proporsjonale i forhold til avstanden til objektene.

5.4 Hva kan gjøre at det var så stor forskjell i avviket på de to peilesøylene?

I denne delen ønsket vi å drøfte rundt hva som førte til den store forskjellen i avvik i meter på de to peilesøylene. I de posisjonene som kandidatene hadde gjennomført virket SMS sin peilesøyle overlegen i forhold til Brudeseth. Det som vi så som en gjenganger var at posisjonene som var tatt med Brudeseth peilesøylen havnet til styrbord for den absolutte posisjonen. Dette kan skje ved at man peiler for lavt på et objekt som fartøyet stevner. Vi ble etter forsøket bekymret for at det var feil i simulatoren eller eventuelle innstillinger vi hadde endret feilaktig som førte til dette. Derfor ble det bestemt å avdekke om det var noen systematiske feil.

Det første som ble testet ut var at «Electronic Bearing Line¹²» (EBL) stemte overens og peilet med samme grader på objektene som peilesøylen gjorde. Fartøyet som ble brukt i forsøket ble satt ut slik at det lå stille i vannet uten noen påvirkninger som flyttet på den. EBL og peilesøyle ble kryssjekket ved å peile et objekt og deretter sette opp en EBL på samme objekt. Både peilesøyle og EBL viste samme peiling, vi gjennomførte deretter det samme på bro G med samme resultat. Vi kunne derfor bekrefte at verdiene fra peilesøyle eller EBL ikke kunne ha ført til noen feil i resultatene. Videre ble det sjekket etter feil parametere i simulatoren som kunne være innlagt fra instruktøren¹³. Her fant vi ingen verdier som var endret som kunne ha ført til noen som helst påvirkning av bro B i forhold til bro G. En bekymring vi overveide var om referansepunktet til peilesøylen var annerledes på de to broene. Feil referansepunkt kunne forklart hvorfor bro B fikk flest posisjoner til styrbord og bro G ikke fikk dette. Som et ekstra ledd for å sjekke etter systematiske feil fikk vi hentet inn en kyndig offiser fra NAVKOMP¹⁴. Han fikk sjekket at alle parametere var korrekte og at referansepunktet til peilesøylen stemte i systemet. Med dette fikk vi sjekket samtlige områder som vi vet kunne ha ført til en systematisk

¹² EBL, verktøy i ECDIS som viser rettvise eller relativ peiling til et objekt.

¹³ En instruktør er navnet på en datamaskin som blir brukt for å styre et scenario i simulator

¹⁴ Navigasjon og kompetansesenteret til Sjøforsvaret som befinner seg på Sjøkrigsskolen

feil i vårt forsøk, og vi kan med stor sikkerhet si at det ikke var en systematisk feil som førte til de resultatene vi satt med.

En annen mulig feil var brukerfeil av kandidatene underveis ved peilingene. Det var mulig at tidligere feilopplæring hadde ført til at kandidatene stod på en slik måte at de peilet lavere på et objekt enn det som var riktig. Enkelte kan også ha vært for unøyaktig med sin plassering av strekene overrett, noe som indikerer en dårlig prosedyre. Til slutt kan også noen ha peilet litt feil ved at de har et mesterøye som gjør at det ble en liten vinkelfeil da de så strekene overrett. Påvirkning fra et mesterøye forklarte likevel ikke hvorfor alle havnet til styrbord fordi alle ikke kunne ha den samme påvirkningen. Derfor stod man igjen med hvordan de plasserte seg og i tillegg hvor korrekt de fikk strekene overrett ved peiling. Dette fordi disse var de mest sannsynlige brukerfeilene som var ulikt mellom SMS og Brudeseth sine peilesøyler. At så mange stod feil så vi som mindre sannsynlig enn at kandidatene var mindre nøye med hvor riktig strekene stod ovenfor hverandre. Da samtlige snart er ferdige med utdanningen og har hatt flere instruktører som har sett peileteknikken så virket det merkelig hvis så mange skulle hatt en feil teknikk. En annen mulighet var hvor nøye kandidatene anså man skulle være når man tok strekene overrett før det var bra nok, og hvor godt strekene evnet å gi en god nøyaktighet. Det har kommet kommentarer på at strekene var for tykke og frostet, og derfor svekket nøyaktigheten ved at det var vanskelig å se objektene da de befant seg ved strekene. Dette kan ha ført til en viss gjetting ved peilingen hvis man ikke så objektet godt nok. Sannsynligheten var derfor tilstede for feilene som vi opplevde på objekter med stor avstand. Men utenom disse var det vanskelig å si noe mer om hvorfor så mange havnet til styrbord da man ikke fant et godt svar på hvorfor samtlige havnet der. Det vi har av mulige feil burde ha satt posisjonen på begge sider av den korrekte posisjonen.

Det som var den vesentlige forskjellen på peilesøylene var selve siktemiddelet. Det var da trolig at den var en stor medvirkende faktor da man så på avviksforskjellen til posisjonene. Vi har allerede snakket om både kommentarer og teorier som har bekreftet flere muligheter til at Brudeseth sin OBD kan bomme med peilingene. Konstruksjonen til denne peilesøylen og bruken av denne har vært tilstrekkelig for flere fartøy over lengre tid, og den har vært en viktig brikke i fartøyers posisjonering. Imidlertid vil man lettere kunne peile nærmere den riktige peilingen til et objekt med SMS slik resultatene i vårt forsøk har vist. Vi tror at siktemiddelet til SMS gjorde det lettere å treffe akkurat der man ville på et objekt istedenfor å sette to streker

overrett. Størrelsen til rødpunktet var satt til en viss størrelse for å få det likt for alle kandidatene. Hvis man hadde gjort forsøket igjen hvor kadettene kunne stilt størrelsen på rødpunktet selv, vil vi tro at sannsynligheten hadde vært stor for at posisjonen kunne blitt enda bedre. Da ville kandidatene mer dynamisk endret størrelsen til hvilket objekt som de skulle peilet, og dermed i større grad unngått skyggelegging av objekt med lys fra rødpunktet. Vi så dermed i etterkant av forsøket en svakhet med at vi satt en fast størrelse på rødpunktet slik at man ikke fikk frem den optimale målingen fra SMS sin OBD. Vi følte likevel vi så en god tendens i hva peilesøylen kan levere og at den kan være med på å forbedre posisjoneringen til de marinefartøyer som velger å benytte denne.

6 Konklusjon

Denne oppgaven har tatt for seg hvilken peilesøyle som gir best målinger under posisjonering. Målet har vært å teste ut dette i omgivelser som var så nærme virkeligheten som mulig, men med eliminering av de variablene som kan påvirke reliabiliteten mellom hver måling. Fra resultatene og analysen kommer det tydelig frem at det var en markant forskjell mellom peilesøylene, men også målingene gjort på hver av peilesøylene isolert sett. Etter en eliminering av mulige systematiske feil knyttet til ytelsen på systemene var det klart at dette ikke har hatt noen innvirkning på forsøket. Det vi da står igjen med var feil knyttet til operatøren, herunder dens prosedyrer og nøyaktighet i peilingene som skaper avvikene. Da dette er verktøy som skal benyttes av mennesker uansett hvor peilesøylen befinner seg, er det med stor sannsynlighet umulig å bli kvitt feil knyttet til operatøren. En av de største truslene mot den indre validiteten var modning, noe som også kom frem i resultatene fra første til andre gjennomføring på begge broer. Til tross for at modningen var tilstede, var det tydelig at begge gruppene presterte å oppnå lavere avvik fra absolutt posisjon med SMS.

Ved å sammenligne tidsbruk opp mot avvikene fra absolutt posisjon fant vi ut at tiden brukt i en posisjon ikke hadde noen innvirkning på avviket. Imidlertid så vi at dette skyldtes simulatoranlegget og sensorinputene som peilesøyle og ECDIS mottok. I forhold til avlesing og peiling var Brudeseth sin OBD mer tungvint, men den viste seg likevel som jevn på tid sammenlignet med SMS sin peilesøyle. Ut ifra våre drøftinger skyldes dette en erfaringsforskjell som utjevnet tiden på tross av den brukervennlige avlesingen av peilingene på SMS sin OBD. Før forsøket hadde vi en formening at SMS sin peilesøyle ville vise seg å være bedre med større avstand til objektene i forhold til Brudeseth. Det virket sannsynlig at en liten prikk lettere traff objektet. Likevel viste resultatene våre at avviket var proporsjonalt med avstanden til objektet uavhengig av peilesøylen. I etterkant av forsøket pekte resultatene tydelig mot at peilesøylen til SMS ga bedre målinger enn Brudeseth sin. Imidlertid erkjenner vi at antall målinger og posisjoner som var tatt i dette forsøket var for lavt til at det kan gis en tydelig konklusjon, vi kan derimot antyde med disse resultatene at SMS gir bedre målinger.

7 Kommentarer fra kandidatene og utvikling videre i marinen

I denne del vil vi gå inn på kommentarer vi har fått fra kandidatene underveis der de har gitt personlige tilbakemeldinger om bruken av de to ulike peilesøylene. Kommentarene var typiske gode eller negative momenter om hver OBD og hva de ville forbedret for at det skulle bli en best mulig peilesøyle. Disse kommentarene ble gitt da det var tid mellom posisjonstakingen, og vi synes disse inneholder gode synspunkt til bruk for produsentene som har utviklet disse modellene.

Vi har også vært om bord på et minefartøy som har testet ut et nytt siktemiddel og en ny utforming i konstruksjonen på peilesøylen fra SMS. Vi vil gå inn i hvordan den nye kan se ut og hvordan utviklingen av denne kan bli videre i marinen.

7.1 Kommentarer fra kandidatene

7.1.1 Fininnstilling på SMS OBD

Det ble fra flere ytret en svakhet ved finstillingen til SMS peilesøylen. Kandidatene synes det var vanskelig å få finstilt rødpunktet da sideforskyvingen virket å gå i hakk og at man lett gled forbi der man skulle. Det var også lett for å skli ut når man trykket på knappen for å skyte peilingen. Mye av problemet var hvordan man brukte hånden under finstilling og hvordan konstruksjonen var satt opp for å manøvrere siktet.

7.1.2 Rødblink og rødpunktsikte

Ved blinker som er fast rød ble det kommentert at det kan være fort å enten miste blinken eller misforstå hvor blinken er ved at man tror rødpunktet er blinken. Dette ble sett på som en svakhet ved at det ble brukt et rødpunkt som siktemiddel på denne peilesøylen. Tilsvarende problemer kan være mulig ved andre blinker og lykter med rød farge.

7.1.3 SMS konstruksjon og siktemiddel

Selve konstruksjonen til SMS fikk av flere kritikk for å være for stor og at den stjal utsikt for navigatøren. Det som fikk mest kritikk var boksen og bygget rundt siktemiddelet. Det var noen kandidater som kom med forslag at man burde ha en glassplate eller holografisk siktemiddel istedenfor det som ble brukt på bro G. De mente det da ville være lettere å holde oversikt og kontroll ut visuelt samtidig som de kunne operere peilesøylen.

7.1.4 Tykke streker på Brudeseth

Det ble nevnt at strekene i peilesøylen til Brudeseth er for tykke og at det blir vanskelig å få en presis peiling med å sette strekene overrett. Det kom forslag til at strekene burde være mindre og at det ikke er frostet glass der strekene går slik at lyset lettere går igjennom glasset og gjør det lettere for brukerne å benytte seg av Brudeseth OBD om natten.

7.1.5 Raskere med SMS å finne objekt på ny

En positiv side ved SMS peilesøylen var at den ble av enkelte kandidater ansett som raskere i bruk enn Brudeseth peilesøylen når man blir nødt til å finne objektet på ny. Dette kan være ved situasjoner der annet stjeler oppmerksomheten til navigatøren idet han eller hun holder på med posisjonering. Grunnen til at flere synes den var raskere var at man slapp å sette strekene overrett igjen og kun måtte flytte rødpunktet tilbake over objektet.

7.1.6 Avtrykker knapp for å skyte posisjon med SMS og Brudeseth

Det ble ansett som en positiv side ved konstruksjonen til SMS at knappen var plassert et passende sted i tillegg til at den roterte med slik at man lett viste hvor knappen befant seg. Til motsetning er knappen til Brudeseth OBD plassert på et sted som ikke følger rotasjonen til peilingen. Derfor kan man bli nødt til å lete etter knappen etter at man er klar til å peile. Dette skjer ikke ofte, men det er viktig å påpeke at knappen til SMS blir mer praktisk og enkel når man skal rotere peilesøylen for å ta en peiling.

7.1.7 Fininnstille ved siktemiddel til SMS og Brudeseth

Når man skal fininnstille med peilesøylene er det enkelte som påpeker at Brudeseth kan være vanskelig fordi man har et dusete bilde gjennom de to glassene man setter overrett. De samme kandidatene føler det er enklere å fininnstille siktet på objektet i siktemiddelet til SMS da dette er svært mye klarere.

7.1.8 Siktemiddelet når objektet beveger seg hurtig i forhold til fartøyet

Det er flere som føler at det er enklere å gjøre en peiling på objekter som går hurtig forbi med to streker som står overrett. Grunnen er at de føler det er enkelt å sette linjene overrett i forkant av der objektet kommer og deretter skyte peilingen når objektet treffer linjene. I motsetning så føler de at de må følge objektet hvis de bruker rødpunktet, eller at det er vanskelig å sette opp rødpunktet slik Brudeseth peilesøylen blir brukt. En mulighet som forsaker dette dilemmaet er at kandidatene har mer erfaring med Brudeseth enn SMS og derfor synes dette blir lettere.

7.1.9 Vanskelig å skille linjene på Brudeseth ved mørk bakgrunn

Det ble fra en kandidat bemerket at det var utrolig vanskelig å peile med Brudeseth der et objekt befinner seg i et område med veldig mørk bakgrunn. Dette testet vi ut i etterkant og vi så at utsagnet til kandidaten stemte godt. Det som gjorde det vanskelig var at linjene mer eller mindre forsvant i bakgrunnen og ble vanskelig å sette i overrett. Det vi vet er at man aldri opplever dette problemet med SMS OBD og at den i utgangspunktet vil være bedre under slike omstendigheter. Det som er usikkert med dette funnet er om dette kun foregår i simulator eller om at dette også vil møte oss i bruk på fartøyene som seiler ute. Vi kan ikke si sikkert om Brudeseth er svakere i mørk bakgrunn når man ikke har reagert på dette under tidligere skoleseilaser og vi ikke har hørt om noen klager på dette problemet, men vi vil likevel ikke forkaste funnet når dette potensielt kan være et problem for Brudeseth peilesøylen.

7.2 Utvikling videre i marinen

Flere av de negative kommentarene om peilesøylen til SMS omhandlet konstruksjonens størrelse og dens hindring av navigatørens synsfelt. Dette er noe som SMS har tenkt på og det er allerede en ny utforming som blir testet. Den nye typen har skiftet fra å vri på peilesøylen under siktemiddelet til å styre den med et håndgrep som man holder med begge hender på hver side av siktemiddelet. Håndgrepet kan minne om designet til styrespakene til et fly og man har mulighet til å trykke med tommelen på begge sider for å ta en peiling. Håndgrepet er plassert like over siktemiddelet og hindrer derfor ikke sikten ut for navigatøren.

Nøyaktig hvordan siktemiddelet blir er ennå ikke bestemt, men sannsynligheten er stor for at det er et holografisk siktemiddel med et ubestemt type siktepunkt. Det holografiske siktet gjør at navigatøren slipper å gå inn i siktemiddelet og dens konstruksjon tilbyr et større synsfelt enn før. Den muliggjør også at man kan ha flere valg av siktepunkt og farger. Vi satt igjen med best inntrykk av siktemiddelet med en sirkel med prikk i midten og som hadde mulighet til justering av farger. Denne gjorde det lett å skille siktepunktet fra andre objekter og fargeendringen gjorde det lettere å peile lykter/blinker som var rød/grønn.

8 Bibliografi

Cook, T. D. & Campbell, D. T., 1979. *Quasi-Experimentation: Design & Analysis Issues for Field Settings*. USA: Houghton Mifflin Company.

Jacobsen, D. I., 2005. *Hvordan Gjennomføre Undersøkelser? Innføring i Samfunnsvitenskapelig Metode*. 2. Utgave red. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Kjærstad, N., 2010. *Navigasjon for Maritime Studier*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.

Scandinavian Micro Systems, 2015. *SR02-01 MK5 Optical Bearing Device User/Technical Manual*. v2.05 red. Kolbotn: Scandinavian Micro Systems.

Store Norske Leksikon, 2018. *Store Norske Leksikon: Jamming*. [Internett]

Available at: <https://snl.no/jamming>

[Funnet 25 05 2018].

Wikipedia, 2018. *Wikipedia: Spoofing Attack*. [Internett]

Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Spoofing_attack

[Funnet 25 05 2018].

Åstvedt, 2007. *Brudeseth Optical Bearing Device Mk. 2*. 2.0 red. Bergen: Åstvedt.

Figur 1: <https://www.fjellforum.no/forums/topic/38104-speil-p%C3%A5-kompass/>

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg 1: Infoskriv til forsøksobjektene.

Gjennomførelse:

Du er stasjonert på fartøyet KNM Freemantle i området Sognesjøen. Været er svært rolig og det er lite som påvirker fartøyet. Det går mot natt og lyset har begynt å minke slik at det er mørkt ute med lys i blinker og lykter. Sjefen har allerede laget ferdig en rute til deg som vaktsjef som fartøyet kommer til å følge i track-mode. Navigeringen til fartøyet og alt av systemer utenom OBD vil bli håndtert av annet personell som står sammen med deg på broen. Ditt oppdrag kommer til å bli følgende:

Sjefen ønsker å få sjekket posisjonen til GPS med posisjonsmetoden posisjon 2 eller 3 peilinger slik angitt i instruks nedenfor. Du skal derfor bruke peilesøylen og ta disse posisjonene i samarbeid med din assistent i forhold til vanlig prosedyre. Det er viktig at rekkefølgen til objektene følges slik gitt av instruksene. Assistent vil melde når sjefen ønsker at neste posisjon skal gjennomføres.

Instruks:

Posisjon1(3 Peilinger) markert med røde tall

Objekt 1: G/3 forut

Objekt 2: ISO 4 sb

Objekt 3: FR bb

Posisjon 2(2 Peilinger) markert med turkise tall

Objekt 1: ISO 6

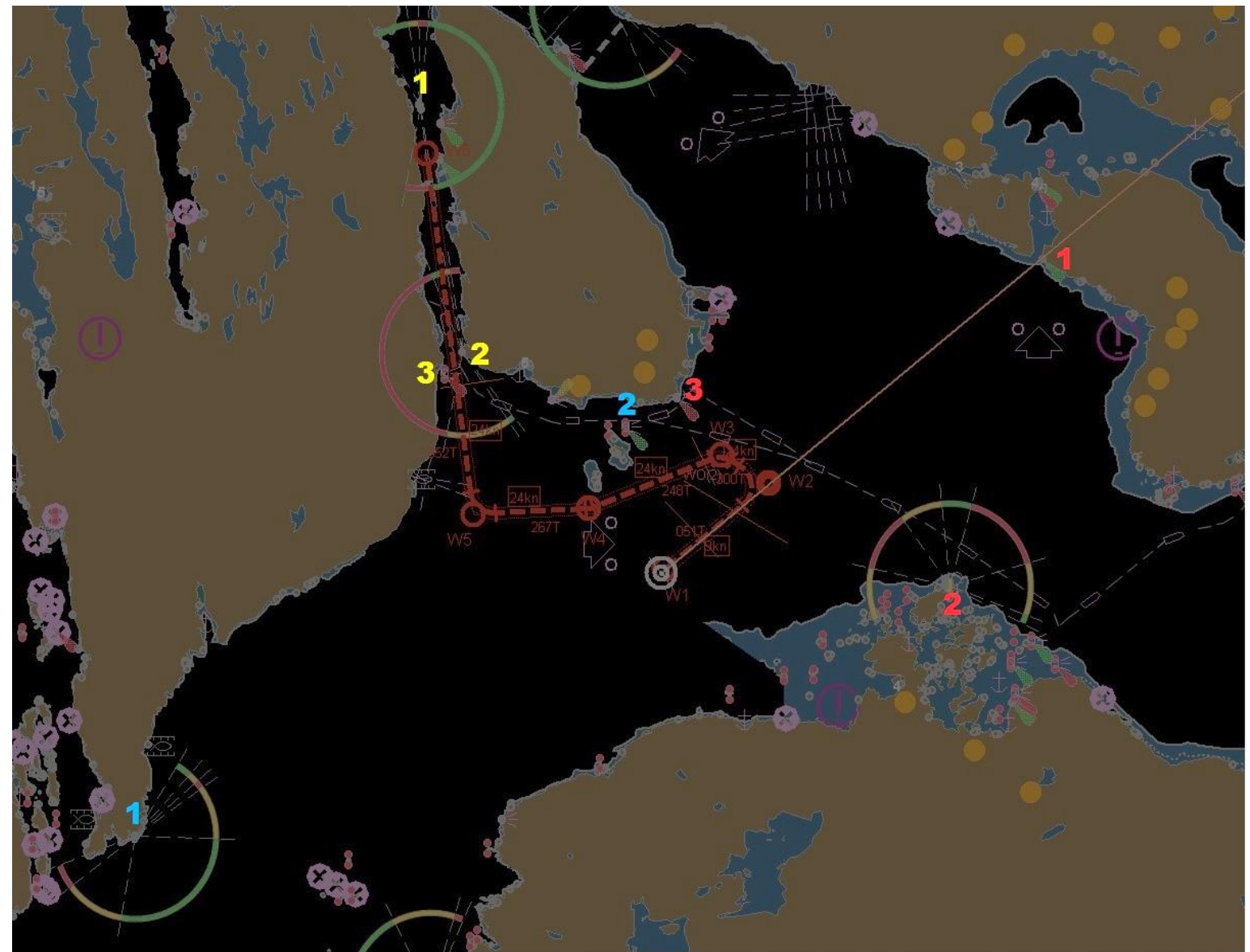
Objekt 2: GISO 4

Posisjon 3(3 Peilinger) markert med gule tall

Objekt 1: ISO 6 forut

Objekt 2: ISO2 sb

Objekt 3: RISO4 bb



9.2 Vedlegg 2: Resultater fra simulator

| Bro G | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| Kandidat | Posisjon 1 | | | Bro G | | Posisjon 2 | | | Posisjon 3 | | |
| | Pelling 1 | Pelling 2 | Pelling 3 | Tid min:sek | meter avvik | Pelling 1 | Pelling 2 | Tid min:sek | meter avvik | Pelling 1 | Pelling 2 |
| 1 | 51 | 105 | 336 | 00:59 | 6,1 | 236 | 352 | 00:18 | 79,10 | 352,5 | 12 |
| 2 | 51 | 119 | 317 | 04:11 | 20,9 | 237 | 310,5 | 00:20 | 35,90 | 352,5 | 14 |
| 3 | 51 | 107 | 332 | 00:53 | 19,1 | 237 | 309 | 00:22 | 19,50 | 352 | 11 |
| 4 | 51 | 105 | 336 | 00:42 | 13,4 | 237 | 306 | 00:16 | 26,70 | 353 | 19 |
| 5 | 51 | 108,7 | 327 | 01:31 | 36,9 | 237,2 | 309,5 | 00:19 | 12,60 | 352,5 | 12 |
| 6 | 51,7 | 106,7 | 331 | 01:07 | 35,2 | 237,6 | 316 | 00:25 | 77,70 | 352,5 | 11 |
| 7 | 51 | 108 | 331 | 01:18 | 37,6 | 237 | 312,5 | 00:27 | 10,80 | 352,5 | 10 |
| 8 | 51 | 106,7 | 331 | 01:19 | 29,4 | 237 | 322,5 | 00:28 | 9,00 | 352,6 | 10 |
| 9 | 51 | 104,4 | 337,4 | 00:53 | 11,6 | 237 | 314 | 00:24 | 33,80 | 352,5 | 13,4 |
| 10 | 52 | 110 | 326,5 | 02:35 | 18,3 | 237 | 335,5 | 00:47 | 12,10 | 352,7 | 12 |
| 11 | 51 | 108,5 | 331 | 01:32 | 22,4 | 237,4 | 314,4 | 00:29 | 48,50 | 352,6 | 14 |
| 12 | 52 | 109 | 330 | 02:59 | 59,1 | 237 | 322 | 00:16 | 31,90 | 353 | 15 |
| 13 | 51 | 110 | 327,5 | 00:39 | 13,7 | 237,4 | 316 | 00:24 | 65,80 | 353 | 16,5 |
| 14 | 51,4 | 110 | 326 | 02:31 | 65,5 | 237,4 | 311 | 00:22 | 61,20 | 353 | 12 |
| 15 | 51 | 110,4 | 326,6 | - | 3,4 | 237,5 | 308 | 00:41 | 61,20 | 353 | 15 |
| 16 | 51 | 104 | 325,6 | 03:42 | 199 | 237 | 343,6 | 00:59 | 86,20 | 352,7 | 25 |
| 17 | 51,4 | 109 | 330 | 01:46 | 16,8 | 237 | 334 | 00:43 | 70,20 | 352,6 | 18 |
| 18 | 51,4 | 117 | 324,4 | - | 119 | 237 | 315,6 | 00:24 | 15,80 | 352,6 | 16 |
| 01 til 09 | | | | 01:25:53 | 23,356 | | | 00:22:07 | 33,9 | | |
| 10 til 18 | | | | 02:14:51 | 57,467 | | | 00:33:53 | 50,322 | | |
| Gjennomsnitt | | | | 01:50:22 | 40,411 | | | 00:28:00 | 42,111 | | |

| Bro B | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| Kandidat | Posisjon 1 | | | Bro B | | Posisjon 2 | | | Posisjon 3 | | |
| | Pelling 1 | Pelling 2 | Pelling 3 | Tid min:sek | meter avvik | Pelling 1 | Pelling 2 | Tid min:sek | meter avvik | Pelling 1 | Pelling 2 |
| 1 | 51 | 103 | 338 | 00:46 | 38,7 | 236 | 313 | 00:29 | 204 | 352 | 9 |
| 2 | 50 | 105 | 332 | 01:26 | 127 | 236 | 332 | 00:25 | 131 | 351 | 10 |
| 3 | 51 | 107 | 330 | 00:52 | 40,6 | 237 | 312 | 00:39 | 44 | 352 | 11 |
| 4 | 49 | 104 | 338 | 01:01 | 18,2 | 237 | 311 | 00:23 | 15,8 | 352 | 10 |
| 5 | 50 | 103 | 333 | 01:25 | 156 | 236 | 324 | 00:18 | 154 | 351 | 9 |
| 6 | 50 | 106,4 | 331 | 00:51 | 106 | 236,5 | 312,4 | 00:32 | 111 | 351,5 | 13,4 |
| 7 | 50,5 | 104,5 | 330 | 01:17 | 103 | 236 | 320 | 00:41 | 183 | 351,5 | 11 |
| 8 | 50,5 | 102 | 337 | 01:27 | 112 | 236 | 331,5 | 00:44 | 159 | 351,5 | 11,6 |
| 9 | 50 | 103 | 333,7 | 01:36 | 189 | 236,5 | 309,6 | 00:41 | 112 | 352 | 11 |
| 10 | 50,7 | 103 | 338 | 01:01 | 63 | 237 | 319 | 00:45 | 30,2 | 351 | 12,4 |
| 11 | 51 | 102 | 338,5 | 00:33 | 59,6 | 236,5 | 304,7 | 00:23 | 140 | 351,4 | 13 |
| 12 | 50,6 | 107,4 | 329 | 01:38 | 77,2 | 236,5 | 311 | 00:24 | 125 | 353 | 12 |
| 13 | 50 | 102 | 338,5 | 00:47 | 148 | 236,4 | 325 | 00:28 | 148 | 351,6 | 13 |
| 14 | 50,4 | 103 | 338 | 00:46 | 79,8 | 236 | 309 | 00:26 | 185 | 351 | 11,5 |
| 15 | 50,5 | 105 | 333 | 01:22 | 83,7 | 236 | 310,4 | 00:31 | 188 | 352 | 12 |
| 16 | 50,6 | 105 | 332 | 01:33 | 66 | 236 | 332 | 00:47 | 199 | 352 | 12 |
| 17 | 51 | 106,5 | 330 | 01:08 | 51,2 | 237 | 317 | 00:41 | 2,6 | 352 | 13 |
| 18 | 50 | 104,4 | 332,6 | 01:07 | 128 | 236,5 | 307,4 | 00:44 | 120 | 352,4 | 11 |
| 01 til 09 | | | | 01:11:13 | kr 98,944 | | | 00:32:27 | 123,756 | | |
| 10 til 18 | | | | 01:06:07 | kr 84,056 | | | 00:34:20 | 126,422 | | |
| Gjennomsnitt | | | | 01:08:40 | kr 91,500 | | | 00:33:23 | 125,089 | | |
